This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 070 796 838

New York
State College of Agriculture
At Cornell University
Ithaca, N. Y.

Library

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

1928

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

REVUE MENSUELLE ILLUSTRÉE

(80 pages)

PARAISSANT EN FRANCE, EN BELGIQUE, EN SUISSE ET AU CANADA

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

ACHARD, de l'Académie de Médecine.
BERGET, professeur à l'Institut océanographique.
BIGOURDAN, de l'Institut, Directeur du Bureau international de l'Heure.
BLONDEL, de l'Académie des Sciences.
BOIS, professeur au Muséum.
BOUTARIC, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.
BOUVIER, de l'Académie des Sciences.
BOUVSSONIE frères, correspondants du Muséum.
BRANLY, de l'Académie des Sciences.
BREUIL, professeur à l'Institut de Paléontologie humaine.
Dr A. CARREL, du Rockfeller Institute.
CHENEVEAU, Professeur à l'École de Physique et Chimie Industrielles.
CLAUDE (GEORGES), de l'Institut.
CUÉNOT, de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.
DERRIEN, professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.
DORLODOT, directeur de l'Institut géologique de Louvain.
DOYÈRE, Ingénieur général du Génie maritime.
DRIOTON, professeur à l'Institut catholique de Paris.
EYDOUX, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'École Centrale, directeur des études à l'École Polytechnique.
FERRIÉ (Général), membre de l'Institut.
FONTVIOLANT (BERTRAND DE), professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures.
FRIGON, directeur de l'Enseignement technique dans la province de Québec.
FREDERICQ, professeur à l'Université de Liége.
GENDREAU, directeur de l'Institut du Radium du Canada.
GIRARDIN, professeur à l'Université de Fribourg.
GODARD, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.
GUILLET, de l'Institut, directeur de l'École Centrale.
GOUTAL, chef des travaux de chimie à l'École des Mines.
GUINCHANT, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
GUTTON, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.
JUMELLE, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Correspondant de l'Institut.
LAUBEUF, de l'Académie des Sciences.
LAUNAY (DE), de l'Académie des Sciences, professeur à l'École des Mines.
LAUREYS, directeur de l'École des Hautes Études commerciales de Montréal.
LECOMTE, de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum.
LECORNU, de l'Académie des Sciences, professeur à l'École Polytechnique.
LE GAVRIAN, professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.
LEREBOULLET, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, médecin des hôpitaux.
LUMIÈRE (AUGUSTE), membre correspondant de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences.
LURQUIN, Professeur à l'Université de Bruxelles.
MALVOZ, professeur à l'Université de Liége.
MANQUAT, professeur à l'Institut catholique d'Angers.
MATIGNON, de l'Institut, professeur au Collège de France.
MESNAGER, de l'Académie des Sciences.
MEUNIER, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.
MONTPETIT, secrétaire général de l'Université de Montréal.
OCAGNE (D'), membre de l'Institut, professeur à l'École Polytechnique.
OLMER, professeur à l'Institut catholique.
PANISSET, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.
REGAUD, directeur de l'Institut du Radium.
REVERCHON, directeur de *l'Horloger*.
REYNAUD-BONIN, Directeur des Services téléphoniques à Paris.
ROULE, professeur au Muséum.
SEIGLE, professeur à l'École de la Métallurgie et des Mines à Nancy.
VALLÉE, professeur à la Faculté de Médecine de Québec.
VASSEUR, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
VIALLETON, professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier, correspondant de l'Institut.
WERY, directeur de l'Institut national agronomique.

ABONNEMENTS : France et Belgique, **50 fr.** — Canada, États-Unis, **$ 3.** — Autres pays, **90 fr.**
Prix du Numéro : France, **5 fr.** — Canada, États-Unis, **25 cents.** — Autres pays, **7 fr. 50**

LES ABONNEMENTS SONT REÇUS, EN FRANCE, CHEZ

J.-B. BAILLIÈRE & FILS, 19, rue Hautefeuille, Paris (VI[e])

Chèques postaux Paris 202

EN BELGIQUE

AGENCE DECHENNE
BRUXELLES

AU CANADA et aux ÉTATS-UNIS

LA SCIENCE MODERNE
1566, rue Baudry
MONTRÉAL

EN SUISSE

NAVILLE et Cie
GENÈVE

Digitized by Google

La Science Moderne

Directeur-Fondateur :
L.-J. DALBIS

Secrétaire de la Rédaction :
R. CEILLIER

1928

J.-B. BAILLIÈRE & FILS, ÉDITEURS
19, RUE HAUTEFEUILLE, PARIS

Digitized by Google

Digitized by Google

Janvier 1928 N° 1.

La Science Moderne

REVUE MENSUELLE ILLUSTRÉE

Les Origines du Vivarium au Jardin des Plantes

PAR

M. L. BOUVIER

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

Le vivarium du Jardin des Plantes a été inauguré tout récemment. Grâce au zèle et au goût du Dr Jeannel, qui est un artiste en même temps qu'un fin biologiste, il attire et retient le public qui s'extasie devant ses bacs et ses loges où s'épanouit, comme dans un ravissant éden, le petit monde des Invertébrés. C'est une nouveauté, c'est un grand succès, ce sera œuvre de science féconde ; on a parlé d'un théâtre d'Insectes, et l'expression serait exacte du côté du public si l'on ajoutait que ce joli théâtre n'expose pas seulement des Insectes, qu'il s'adresse également aux Mollusques, aux Arachnides et, d'une manière générale, à toutes les espèces largement visibles parmi les Invertébrés terrestres et d'eau douce. Mais le vivarium est également un centre d'études commode pour les biologistes ; du côté opposé au public, il est aménagé en laboratoire et se prête merveilleusement aux élevages et à l'observation des mœurs des animaux. Tropical dans une de ses moitiés, tempéré dans l'autre, le vivarium ouvre ses portes à la petite faune de toutes les régions du globe et il permet d'en suivre toutes les manifestations vitales. Pour la recherche biologique, il remplacera, dans une certaine mesure, l'harmas de Fabre et les chauds terroirs où se développe la vie sous l'équateur.

Le vivarium est né, mais comment a-t-il pris naissance? Quelles en sont les origines? Voilà ce que je voudrais montrer dans ces pages. Ayant provoqué sa fondation et veillé par le menu aux détails de son établissement, jusqu'à l'heure où M. Jeannel en aménagea et peupla les loges et les bacs avec un si grand art, il m'a paru bon d'en rappeler la longue et laborieuse genèse.

Il y a depuis longtemps des établissements semblables dans un certain nombre de villes en dehors de la France, et, sur ce point, notre pays se trouvait dans un état d'infériorité regrettable. Chacun en avait le sentiment : au cours d'une fête intime, à l'époque lointaine de ma nomination au Jardin des Plantes, je n'entendis pas avec indifférence les critiques formulées par l'un des assistants sur la ménagerie du Muséum : elle a un défaut plus grand que son installation vétuste, disait-il, c'est son insuffisance évidente ; je vois bien sa ménagerie de grandes bêtes, mais où est sa ménagerie de petits animaux, sa ménagerie d'Invertébrés? Cette observation concordait trop bien avec mes remarques personnelles pour ne pas laisser une trace durable dans mon souvenir.

Dans le laboratoire des Hautes-Études où j'avais exercé jusqu'alors les fonctions de chef des travaux il fallait fréquemment accueillir, conserver et utiliser des animaux sans vertèbres provenant des pays les plus divers. Alphonse Milne-Edwards, qui dirigeait ce laboratoire, ne négligeait aucune occasion pour enrichir le Muséum, et comme il avait partout des relations profondes, de toutes parts on s'effor-

Digitized by Google

çait de répondre pour le mieux à ses désirs. Ainsi voyait-on arriver au laboratoire bon nombre d'espèces vivantes qui venaient pour la plupart des tropiques ; ces espèces offraient à l'observateur un champ de travail merveilleux, mais à condition de rester en vitalité parfaite, et la condition n'était pas toujours facile à remplir. Un jour nous vint de la Martinique un lot de ces gros Crabes équatoriaux que l'on appelle *tourlourous* parce qu'ils sont franchement terrestres et déambulent loin de la mer, dans l'intérieur du pays. Au contraire des Crabes marins, qui ont des habitudes carnassières, ils se contentent de produits végétaux et sont d'un élevage facile ; nous leur offrions de la salade et ils paraissaient s'en trouver fort bien. Étant terrestres, ces animaux ont perdu es branchies des Crabes aquatiques, et leurs chambres branchiales se sont transformées en poumons spacieux par où ils respirent directement l'air atmosphérique, ce qui exige une circulation du sang particulière. Ces phénomènes et ces dispositions anatomiques avaient été l'objet d'études qu'il me fut très facile de compléter et de rendre suffisantes avec le riche matériel vivant conservé au laboratoire.

De la Martinique nous parvint également une centaine de Bernards-l'ermite adaptés, comme les tourlourous, à la vie terrestre, mais un peu moins bien, car ils s'éloignent beaucoup moins de la mer. Ces Bernards sont abondamment répandus dans toutes les régions tropicales ; on les appelle Cénobites. Ils se logent dans des abris portatifs, surtout dans des coquilles ou des fragments de coquille ; mais ce sont des locataires peu stables et beaucoup plus changeants que nos Bernards marins ; ils se contentent d'abris fort mutilés et passent de l'un à l'autre avec une facilité prodigieuse. Rien n'était curieux comme de les voir, trépidants, emménager et déménager sur le sol de la cage où ils prenaient leurs ébats. Chez eux aussi, les appareils circulatoire et respiratoire sont modifiés pour la vie terrestre, comme j'ai pu l'établir en sacrifiant quelques-uns de ces pensionnaires.

Fig. 1. — Laboratoire.

Les Gastéropodes amphibies du groupe des Ampullaires offrent davantage encore à la recherche scientifique. Comme les tourlourous, ils sont issus de formes branchifères qui respiraient l'air dissous dans l'eau, mais leurs branchies n'ont pas totalement disparu et leur chambre respiratoire s'est divisée en deux étages, l'un supérieur transformé en un vaste poumon, l'autre inférieur qui renferme la branchie restante ; dans l'eau ils respirent au moyen de leur branchie et, par intervalles, avec leur poumon qu'ils font alors communiquer avec le milieu aérien ; sur le sol, où ils peuvent demeurer fort longtemps, seule fonctionne la chambre pulmonaire.

Digitized by Google

Il n'est pas de mollusque plus attirant pour le biologiste. En 1890, M. Dautzenberg, le savant malacologiste, offrit au service quelques beaux spécimens vivants d'une Ampullaire caraïbe (*Ampullaria insularis*) qui ressemble par sa forme et par sa taille à notre escargot de Bourgogne. Quand il est dans l'eau, ce grand et superbe mollusque respire directement le fluide aérien par la voie d'un tube qui fait communiquer sa chambre pulmonaire avec l'extérieur ; ce siphon contractile est peu saillant au repos, tandis qu'il s'allonge et atteint près d'un décimètre de longueur au moment de la prise d'air. Alors le mollusque reste où il se trouve, au fond ou sur les parois du vase, fait surgir son tube qui vient s'ouvrir à la surface, et, par des mouvements respiratoires très visibles, renouvelle sa provision d'air dans la chambre du poumon. Rien n'est beau comme l'animal en cet état ; son siphon rempli d'air s'élève au milieu de l'eau comme un tube argenté. Ce fut un émerveillement pour les biologistes qui fréquentaient le laboratoire. Moins remarquables sont les Ampullaires africaines pour lesquelles on a établi le genre *Lanistes* ; leur siphon reste à l'état de rudiment, si bien qu'elles doivent venir à la surface pour faire communiquer leur poumon avec le fluide aérien, comme nos Lymnées et nos Planorbes. Ces *Lanistes* paraissent abonder dans le Nil où mon vieil ami disparu, le Dr Jousseaume, en recueillit un bon nombre qu'il envoya vivantes au Muséum. C'est avec ce rare matériel que nous avons pu, le regretté Paul Fischer et moi, résoudre les problèmes essentiels de la respiration des Ampullaires.

Les espèces précédentes sont d'éducation facile, et l'on peut les conserver assez longtemps en bonne vitalité sans le secours d'un vrai vivarium. Mais beaucoup d'autres, pour le moins aussi curieuses, ne sont pas aussi accommodantes. J'en fis à plusieurs reprises l'expérience dans mon Service du Muséum. Combien de fois n'a-t-on pas apporté jadis, au laboratoire, quelques spécimens vivants de ces extraordinaires insectes qui ressemblent à des feuilles par leur aspect comme par leur teinte, et que l'on appelle pour cette raison des Phyllies. Ces Orthoptères phasmides nous arrivaient des régions indo-malaises les plus chaudes, et il fallait les maintenir dans un milieu de température analogue, ce qui n'était pas toujours facile. Il était moins aisé encore, à cette époque, de leur fournir un aliment à leur convenance; on savait que les Phyllies se nourrissent des feuilles du Goyavier, et les Goyaviers, chez nous, sont des plantes de serre, assez réduites dans leur taille et peu riches en rameaux. Mises à contribution, les serres nous fournissaient volontiers quelques arbustes, puis bientôt nous coupaient les vivres ; car la Phyllie est grosse mangeuse, elle a vite dépouillé une plante de son feuillage et les Goyaviers ne sont jamais nombreux dans les serres. L'élevage cessait très vite faute d'aliment.

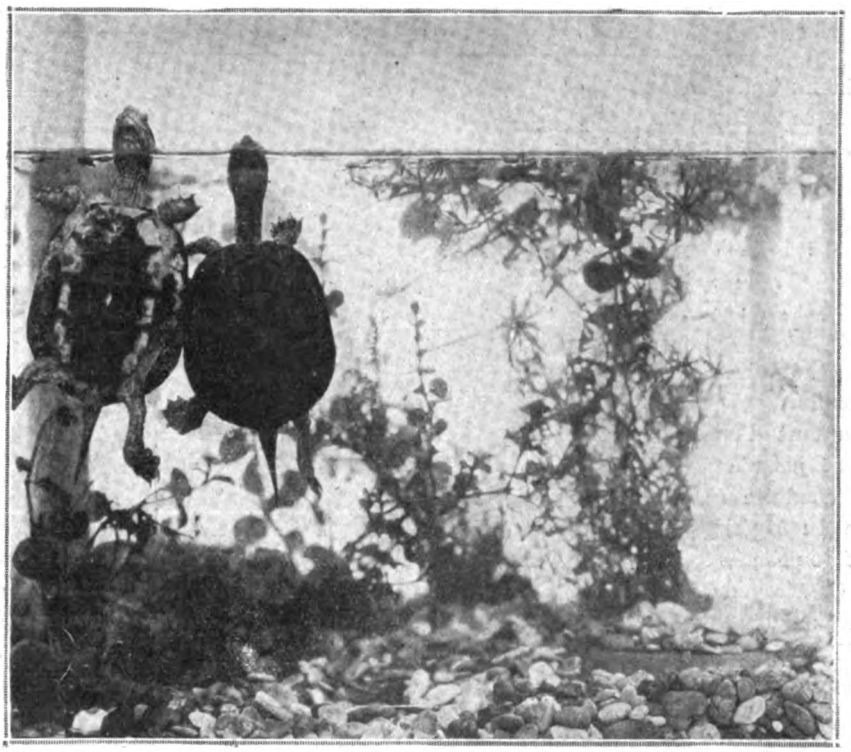


Fig. 2. — Tortues d'eau d'Algérie.

On était un peu plus heureux, au laboratoire, avec les chrysalides des papillons. Nues ou encocon-nées de soie, les chrysalides des belles et grandes espèces tropicales nous arrivent assez souvent en bon état, et il suffit de les tenir dans un milieu suffisamment chaud et humide pour qu'elles donnent leur papillon. Ainsi avons-nous pu obtenir le superbe *Epiphora bauhiniae* dont les cocons ovoïdes et attachés par un pédoncule aux branches des Jujubiers fournissent au Sénégal une soie employée pour les

Digitized by Google

pagnes. Ainsi encore d'un grand Saturnide américain, le *Dirphia tarquinia*, remarquable par son dimorphisme sexuel et par la manière dont sa chrysalide se rattache aux parois du cocon ; ainsi également d'un petit Limacodide vert dont les cocons ovales ont la dureté des noisettes, des *Anaphe* africains où les cocons se trouvent réunis par centaine dans un gâteau de bourre soyeuse. Et j'en passe. Nous avons obtenu toutes ces éclosions, et ce ne fut pas sans peine ; mais l'élevage ne put aller bien loin : nous eûmes des accouplements, des pontes, parfois même de jeunes chenilles; faute de température suffisante et d'aliment convenable, il fallut s'arrêter en chemin.

J'en dirai autant d'un essai qui, poussé jusqu'au bout, eût pu conduire à l'acclimatation en Algérie d'une espèce fort utile. Il s'agit d'un Gastéropode terrestre d'assez grande taille, la Glandine olivairc, assez répandue en certains points du Mexique. Comme les petites Glandines de la région méditerranéenne, cette espèce a des instincts carnassiers et dévore avec gloutonnerie les escargots, limaces, et autres Gastéropodes herbivores qui sont la plaie des jardins. En raison de sa belle taille, la Glandine mexicaine ne saurait se contenter de peu; il lui faut, pour se rassasier, de nombreuses victimes. Ce fait avait frappé un des bons correspondants du laboratoire, le Fr. Gineste, qui se trouvait alors à Puebla. Connaissant mes travaux antérieurs sur les Mollusques, ce dévoué collaborateur recueillit à mon intention et envoya au laboratoire une centaine de Glandines qui, emballées avec soin, arrivèrent toutes en bon état. Je fis de mon mieux pour les étudier et en bien connaître les singulières habitudes : mises en présence d'un escargot de belle taille, elles ont vite fait de le mettre hors de combat et de le digérer ; l'attaque se produit avec la bouche qui s'en prend aux régions charnues et y introduit sans doute un venin digérant ; en moins d'un quart d'heure notre escargot gris (*Hélix aspersa*) est complètement vidé, après quoi un second subit souvent le même sort. Quelques exemplaires mis en liberté dans mon jardin de Maisons-Laffitte produisirent grand carnage, c'était partout des coquilles d'escargots vides ; l'hiver arriva qui fit disparaître peu à peu tous ces excellents chasseurs. D'autres individus envoyés à Marseille y vécurent deux années et y pondirent. J'aurais voulu qu'on acclimatât l'espèce en Algérie, et j'envoyai, à cet effet, le plus grand nombre des individus à un collègue d'Alger, mais le colis arriva pendant les vacances, et un garçon de laboratoire maladroit laissa perdre ce lot précieux tout entier. Si nous avions eu à cette époque un vivarium, nous aurions pu donner asile à nos bêtes, assister peut-être à leur multiplication et, en tous cas, les ménager pour d'autres envois.

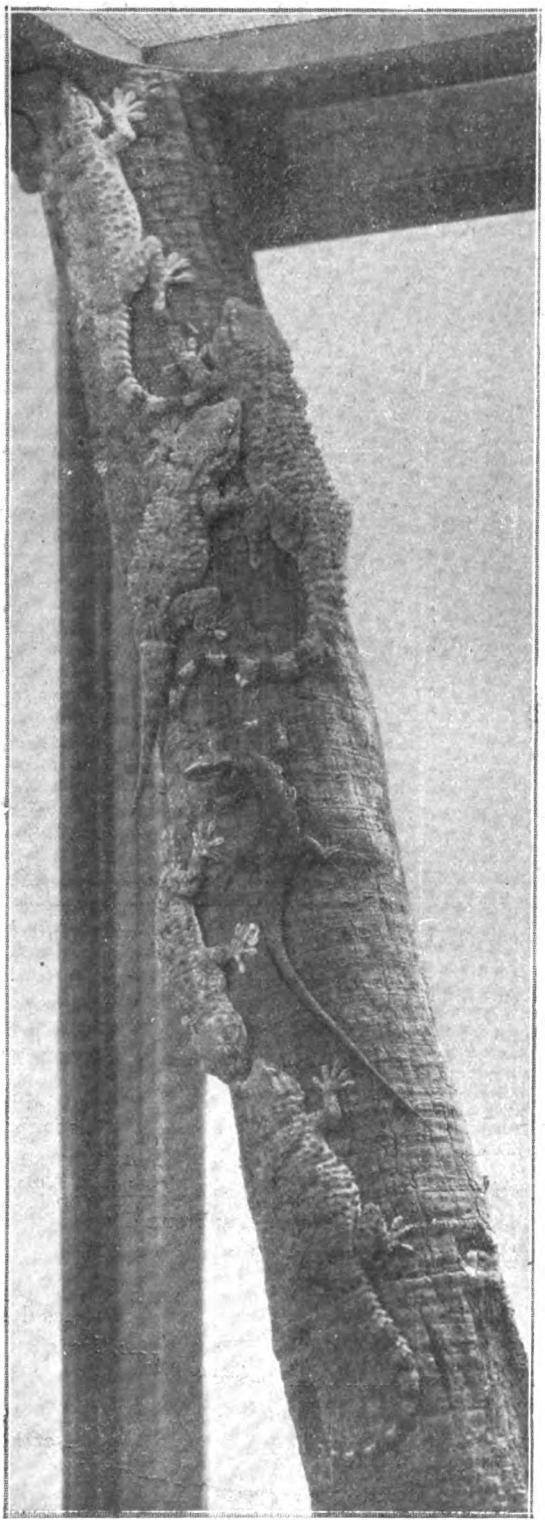


Fig. 3. — Cinq Geckos et un Psamodrome se chauffant au soleil sur un tronc de Palmier (offerts par le Dr Arnault).

II

Tandis que le service entomologique du Muséum s'essayait à conserver plus ou moins longtemps les espèces qui lui parvenaient occasionnellement des pays

Digitized by Google

chauds, quelques amateurs cherchaient, pour leur part, à élever en cages ou en bacs certaines espèces de nos régions. Parmi ces amateurs, il convient de signaler M. Labitte qui, au Laboratoire colonial du Muséum, fit d'intéressantes observations sur la longévité des Coléoptères ténébrionides, M. l'abbé Foucher, aujourd'hui chanoine de Bourges, se signala entre tous par une belle initiative : secondé très activement par le jeune prince d'Arenberg et quelques amis de la nature, il fut l'organisateur de la section entomologique à l'exposition très remarquable où des Oiseaux rares, des Poissons d'appartements et des Insectes vulgaires furent présentés au public, en 1914 dans un local du Jardin d'acclimatation. Je profitai de cette exposition pour rendre plus étroit mon commerce avec M. Foucher, pour faire connaissance avec le prince d'Arenberg et pour communiquer à ces deux esprits très ouverts mon sentiment sur la nécessité d'établir une ménagerie de petites bêtes au Jardin des Plantes. Cette idée fut bien accueillie et l'on examina sur l'heure les moyens de la rendre réalisable : les ressources faisaient absolument défaut, mais nous pensions en trouver auprès de quelques mécènes ; et d'ailleurs, nous pensions que des sommes assez modestes pourraient nous suffire, si les services de botanique du Jardin des Plantes consentaient à l'aménagement en vivarium d'une serre ou d'une partie de serre. J'étais un peu sceptique sur ce dernier point, car les serres du Muséum sont à peine suffisantes pour les plantes, et une expérience récente m'avait montré qu'elles se prêtent plutôt mal à l'activité des petits animaux : j'avais reçu du Brésil un volumineux fragment de souche dont le centre évidé renfermait une forte colonie vivante de ces abeilles américaines (les Mélipones) qui édifient leurs alvéoles sur un seul côté du rayon ; j'essayai de conserver la colonie dans une des serres du Muséum, ce fut en vain ; il eût fallu, pour recevoir les abeilles, une disposition spéciale qui leur permît de butiner dans le voisinage, et il ne m'était pas possible d'établir cette disposition dans une serre destinée à d'autres usages.

Sans doute aurions-nous pu vaincre ces difficultés car nous étions remplis d'ardeur et de bon vouloir ; mais la guerre survint, le prince d'Arenberg fut victime de la terrible tourmente et nos projets disparurent avec lui.

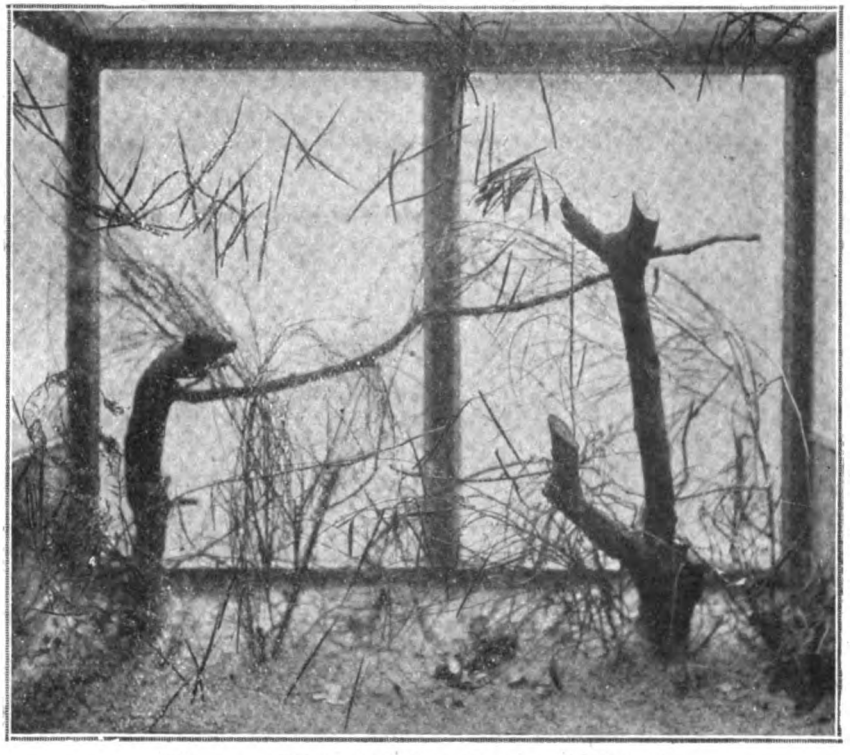


Fig. 4. — « Bâtons du diable » (Insectes mimétiques.)

Pourtant M. Foucher ne perdit point courage. Dans la cuisine de son domicile de la rue Cassette, à l'Institut catholique, il tenta l'élevage des Phyllies et d'un autre Phasmien de grande taille, le Cyphocrâne géant, qui a la rigidité et la forme d'une baguette. La cuisine était chaude et jouait fort bien le rôle de serre tropicale, mais comment nourrir les deux Orthoptères sans feuilles de Goyavier? Les pensionnaires furent soumis à différents régimes végétaux dont certains réussirent au delà de toute espérance : les feuilles de Ronce, notamment, se trouvèrent tout à fait du goût des deux Phasmides, qui en firent de copieux repas dont ils profitèrent pour croître et se multiplier comme en pleine nature. La solution du problème était trouvée, pour ces deux espèces tout au moins, qui sont, par excellence, des animaux de vivarium. M. Fouché devint le père nourricier de familles nombreuses, qui fournissaient aux biologistes de précieux matériaux d'études et attiraient les visiteurs dans ce vivarium improvisé. D'autres plantes furent également offertes

Digitized by Google

aux captifs et quelques-unes avec grand succès, le Hêtre à feuilles rouges, notamment. M. Foucher consigna ses observations dans un suggestif ouvrage que ne sauraient trop consulter les éleveurs de Phasmides tropicaux. Très aimablement, il offrit plus tard ses cages et ses Phasmides au Muséum où ils furent établis dans la Ménagerie des Reptiles ; mais on était alors au plus fort de la guerre ; le charbon devenait rare et la Ménagerie était insuffisamment chauffée ; adieu les beaux jours de la rue Cassette ! les Phasmides périrent peu à peu et les cages durent être enlevées. Après ce premier essai, qu'on ne saurait qualifier d'échec, il restait à M. Foucher le mérite de jolies découvertes et d'une tentative qui réservait l'avenir.

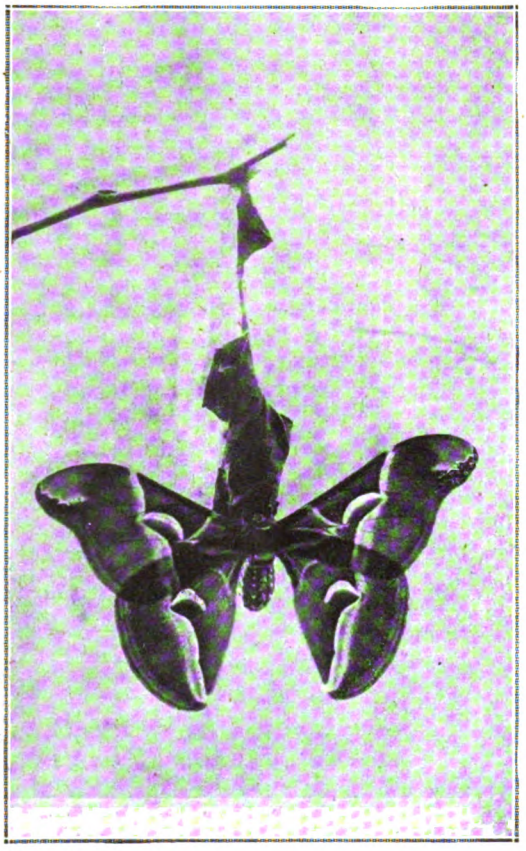


Fig. 5. — Un ver à soie de l'Ailante, qui vient d'éclore, et encore accroché à son cocon. (Elevage offert par M. Laboissière.)

III

Mais cet avenir menaçait d'être lointain ; la guerre avait ruiné nos projets en détruisant tout espoir de trouver des ressources ; où solliciter des mécènes, et comment s'adresser à l'État dans cette époque d'extrême pénurie? Il fallait attendre, espérer quand même et saisir la première occasion tant soit peu favorable. Au laboratoire, où nous étions sans cesse en éveil, on profita des fêtes pastoriennes ; les fonds considérables réunis par le Comité de la Presse, au cours des Journées Pasteur, devaient être mis à la disposition des savants et des établissements scientifiques pour fournir à la recherche des moyens de travail nouveaux. Comme on l'a vu dans les pages qui précédent, le vivarium tant désiré devait être un centre d'études biologiques qui ouvrirait ses portes aux gens de science pour la recherche, au public pour d'instructives exhibitions, et, dans les deux cas, sortirait des sentiers battus. Le Muséum n'allait-il pas, pour sa part, solliciter les fonds nécessaires à l'établissement d'un vivarium? Il ne me fut pas difficile d'en convaincre mon collègue et ami M. Lacroix, puis M. Mangin le directeur ; pour rallier à cette opinion les botanistes, il parut sage de joindre à la création du vivarium celle d'une serre à *Victoria regia*, car le public ignore cette admirable nymphéacée, que tant de châtelains cultivent en France et tant de villes à l'étranger. Pour cette double création, le Muséum sollicita une somme de 300 000 francs qui fut ensuite portée à 450 000 francs.

C'était un premier obstacle vaincu, mais il fallait en franchir un deuxième. Les fonds du Comité de la Presse devaient être répartis sur les indications de l'Académie des Sciences ; comme les demandes étaient nombreuses, elles furent distribuées aux sections correspondantes de la Compagnie. La section de Zoologie, que je préside en qualité de doyen, accepta telle quelle la demande du Jardin des Plantes. Puis les demandes approuvées par chaque section furent soumises à un comité où siégeaient les doyens de toutes les sections et les deux secrétaires perpétuels de l'Académie, MM. Lacroix et Picard. Le premier, on l'a vu, nous était tout acquis, et je ne saurais dire combien sa chaude insistance nous servit auprès du comité ; quant à M. Picard, il est ouvert à toutes les manifestations originales, et sa sympathie pour nos projets se manifesta dès l'abord. Le Muséum obtint les 450 000 francs qu'il sollicitait. Cette fois, on touchait bien à la réalisation du rêve.

J'ai maintenant hâte de terminer. Durant toutes ces démarches, le coût des construtions s'était mis en hausse et l'architecte du Muséum, M. Pontremoli, jugea qu'avec la subvention allouée on ne pouvait mener à bien les deux créations, qu'il fallait se contenter du vivarium. Ce qui fut décidé.

Alors survint le travail de construction et d'aménagement. Mon excellent collaborateur M. Lesne, sous-directeur au laboratoire d'entomologie du Muséum, se rendit à Londres pour visiter le vivarium du Jardin Zoologique et en relever les dispositions ; il nous rapporta des notes claires et concises qui furent présentées à une commission, discutées

Digitized by Google

devant l'architecte, et qui servirent à celui-ci pour édifier et aménager le vivarium. Comme l'architecte, nous faisions tous école ; et l'on ne saurait trop louer l'esprit précis de M. Lesne, le talent finement compréhensif de M. Pontremoli, qui ont fait surgir, par leur combinaison, l'édifice commode, original et gracieux qu'on a inauguré l'autre jour.

Évidemment, cela n'est pas allé tout seul ; il a fallu parfois improviser et faire des remaniements ou des retouches. On en fera encore, parce qu'aucune installation n'est parfaite dès le début ; mais le vivarium existe, c'est l'essentiel; la voie reste ouverte aux améliorations que suscitera l'avenir.

***

J'ai nommé ceux qui nous aidèrent essentiellement dans cette tâche, mais j'allais oublier les membres de la commission du vivarium, où siégeaient, à côté du directeur M. Mangin, les professeurs Joubin, Roule, Gravier et Bouvier, ainsi que M. Lesne. Mais cette commission délégua bien vite ses pouvoirs à un comité où se trouvaient MM. Joubin et Gravier, les sous-directeurs de laboratoire Germain et Fages, tout le personnel du laboratoire d'entomologie, l'abbé Foucher qui venait parfois de Bourges, et le regretté M. Mansion, professeur d'histoire naturelle au Collège Rollin, qui devait, dans nos vues, diriger le vivarium. M. Mansion s'était occupé de sériciculture à la Condition des soies de Lyon, qui l'avait recommandé au directeur du Muséum ; il aimait la biologie, se plaisait à l'élevage des petits animaux, et, pour l'installation des bacs et des cages, a suggéré des dispositifs fort utiles, dont ont largement tenu compte les frères Dagry qui ont si bien et si habilement réalisé cette installation.

M. Mansion était malade, et ce fut presque à l'état de spectre qu'il vint se joindre à la commission où je remplaçais M. Mangin, quand fut accepté le vivarium. Il fallut très vite chercher un autre directeur, pour mettre en marche l'établissement, pour en réaliser ou en modifier beaucoup de détails. J'avais songé à M. le Dr Vignon que je voyais chaque jour à l'œuvre au laboratoire et que je savais aussi délicat artiste qu'ardent biologiste. Mais une autre candidature non moins estimable avait déjà surgi, très insoupçonnée d'ailleurs, celle du Dr Jeannel qui se trouvait alors délégué au professorat à l'Université de Cluj, en Roumanie. Le choix était excellent, j'ai dit au début de cette note combien il s'est révélé parfait. M. Jeannel nommé, nous pouvions dormir en paix, le succès de l'œuvre était assuré.

Il est juste que soient à l'honneur ceux qui furent à la peine. M. l'abbé Foucher fut l'un des premiers et l'un des plus ardents pionniers de l'œuvre ; il en reste honorifiquement le sous-directeur ; et le Muséum a voulu lui témoigner sa vive satisfaction et sa reconnaissance en le mettant au nombre de ses rares associés. Il méritait largement ce double hommage.

(Les clichés figurant dans l'article ci-dessus proviennent de notre confrère L'Illustration)

Digitized by Google

Les Véhicules à accumulateurs

PAR

Edouard BERT

Ancien élève de l'École Polytechnique.

I. — Généralités.

Le prix élevé de l'essence, et la nécessité, qui s'imposera de plus en plus, d'utiliser pour la traction nos sources d'énergie nationales, amènent tout naturellement à l'emploi de véhicules électriques. L'énergie électrique, en effet, est l'énergie que nous produisons en France avec le plus de facilité et d'économie.

Mais le véhicule électrique alimenté par rails et trolley n'est pas pratique pour une foule d'applications, et on est obligé d'employer comme source d'énergie une batterie d'accumulateurs portée par le véhicule.

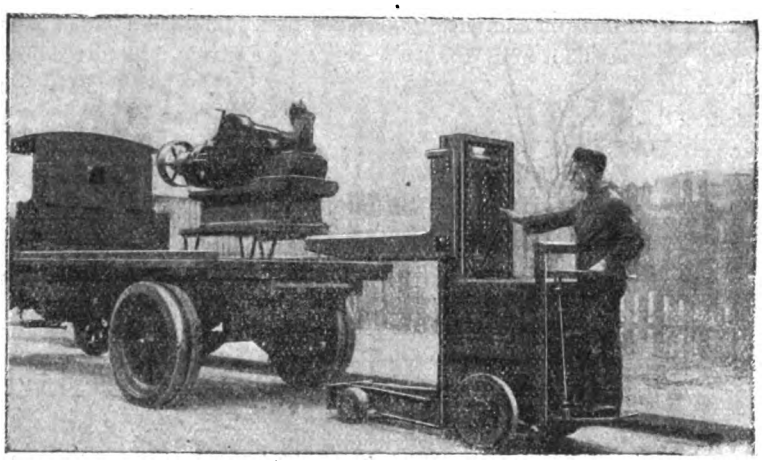


Fig. 1. — Tracteur électrique à accumulateurs S. A. F. T. élévateur à grande course « Fenwick ».

Il en résulte des inconvénients inévitables qui ont pendant longtemps arrêté le développement de ces véhicules. En effet, l'accumulateur est lourd, fragile et cher, il impose la sujétion de recharges fréquentes.

En revanche, pour un même travail effectué — et pour de petits parcours à faible vitesse — le véhicule à accumulateurs est plus économique que le véhicule à essence, il est plus souple, silencieux et ne dégage pas de gaz ; il est propre, plus facile à conduire et nécessite peu d'entretien et de réparations.

Les inconvénients indiqués plus haut se sont, d'autre part, atténués. Les progrès réalisés permettent aux accumulateurs de traction de résister aux chocs, aux trépidations, aux forts courants de décharge. Les constructeurs acceptent même de donner des garanties et de consentir des contrats d'entretien, moyennant le versement de primes ; les acheteurs sont alors plus disposés à consentir une immobilisation de capital plus importante que pour un véhicule à essence. Le prix, d'ailleurs, diminue lorsque la construction en série est organisée. Il est aussi plus rapidement amorti que pour un véhicule à essence. D'abord pour une raison d'économie de consommation : les accumulateurs sont chargés pendant les « heures creuses » (à midi ou la nuit) où la consommation de courant étant faible et les génératrices devant rester en marche, les compagnies d'électricité fournissent l'énergie à bas prix ; d'autre part, la dépense de courant est nulle pendant tous les arrêts du véhicule, même les plus courts. Raison de durée aussi : le châssis ne comportant pas de pièces délicates telles que radiateur, carburateur, magnéto, soupapes et étant soumis à moins de trépidations et de chocs, s'use moins vite ; les réparations sont plus rares. Enfin, les impôts sont plus faibles en raison de la plus faible puissance nominale des moteurs ; les primes d'assurances aussi en raison des moindres risques d'incendie et d'accidents ; le personnel n'a pas besoin d'être aussi spécialisé, par suite de la facilité de la conduite... On estime à 30 p. 100 environ l'économie réalisée par la traction à accumulateurs sur la traction à essence.

II. — Les essais effectués, les obstacles.

Les véhicules à accumulateurs eurent une certaine vogue en France, dès le début de la locomotion automobile ; mais dès 1904 l'automobile électrique fut distancée par sa rivale à essence et ne tarda pas à disparaître presque complètement. Son poids

Digitized by Google

élevé, sa faible vitesse, son rayon d'action limité, expliquent cette disparition à une époque où le véhicule à essence était en progrès constant.

Cependant, les véhicules à accumulateurs sont très employés aux Etats-Unis, en Angleterre, en Italie... leur nombre est passé de 10 000 en 1912, à 180 000 en 1923 aux Etats-Unis ; de 150 en 1914 à 9 000 en 1923 en Angleterre. Ces deux nations ne sont pourtant pas limitées en essence, et si les véhicules à accumulateurs s'y développent, c'est bien parce qu'ils présentent des avantages incontestables sur les véhicules à essence de même catégorie.

Ce retard de la France est dû aux difficultés que présentaient la charge et l'entretien des accumulateurs, et surtout à ce fait qu'on a voulu, au début, demander à ces véhicules plus qu'ils ne pouvaient fournir aux points de vue vitesse et rayon d'action ; aucune marque d'accumulateurs ne put résister. Ils ne peuvent concurrencer les véhicules à essence pour les grandes vitesses et les longs parcours ; leur poids et les sujétions des accumulateurs les astreignent à n'avoir que des vitesses modérées et à rester au voisinage de postes de charge ; mais tels que, ils sont susceptibles d'une foule d'applications, où ils présentent les avantages de propreté, de simplicité et d'économie que nous avons signalés.

La plupart des transports de personnes ou de marchandises dans une ville ou entre deux agglomérations voisines : les services de voitures de place, d'autobus, de livraison, d'enlèvement d'ordures ménagères... se prêtent sans difficultés à l'électrification.

Un gros effort fut tenté, il y a deux ou trois ans, par plusieurs constructeurs de voitures automobiles, pour la construction de camions, camionnettes et voitures légères à accumulateurs. La cherté croissante des accumulateurs, qui grevait les prix de vente, et l'apparition des véhicules à gazogène, ont ralenti considérablement cet essor ; mais il doit sans aucun doute reprendre d'ici peu, sans préjudice du développement des véhicules à gazogène, par suite des efforts des constructeurs d'accumulateurs, et de la baisse de prix qui résultera de l'organisation de fabrications en série.

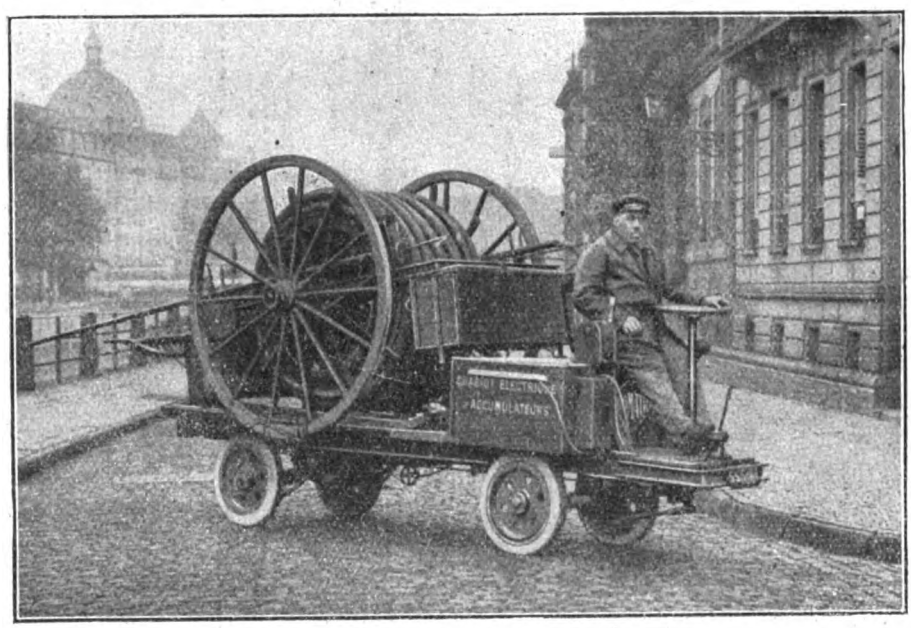


Fig. 2. — Chariot-camionnette électrique *Automatic*

Il est toutefois une catégorie de véhicules à accumulateurs qui n'a pas cessé de se développer et qui se répand chaque jour davantage : les chariots d'atelier porteurs ou tracteurs.

Ils ne sont pas ici concurrencés par des véhicules à essence, qu'on ne pourrait songer à faire circuler dans une usine, autant en raison des gaz dégagés et des risques d'incendie que des difficultés de conduite. Rien ne s'oppose, au contraire, à l'emploi de chariots électriques inodores et silencieux, de conduite facile et souple, qui permettent une économie notable de main-d'œuvre et évitent des pertes de temps considérables.

III. — Caractéristiques du véhicule à accumulateurs.

Les véhicules électriques, en raison même de leur

Digitized by Google

nature, présentent, quelle que soit leur catégorie, des caractéristiques générales que nous allons indiquer.

L'embrayage n'a pas de raison d'être, car le moteur n'a jamais besoin de tourner pendant les arrêts et, au contraire, il n'y a aucun inconvénient à le laisser tourner, entraîné par les roues, lorsqu'il n'est plus parcouru par le courant, par exemple dans les descentes ou les ralentissements.

La boîte de vitesses disparaît aussi du fait que les moteurs employés fournissent à peu près la même puissance pour toutes les vitesses.

On a cherché aussi à supprimer le différentiel, en actionnant chaque roue motrice par un moteur indépendant ; mais la plupart des constructeurs ont estimé plus économique d'employer un moteur unique, fixé au châssis et transmettant son mouvement à un différentiel, soit au moyen d'un arbre longitudinal et de pignons coniques ou de vis sans fin comme dans les automobiles à essence, soit au moyen d'une chaîne. Le différentiel actionne les roues motrices par les procédés habituels : demi-arbres ou chaînes.

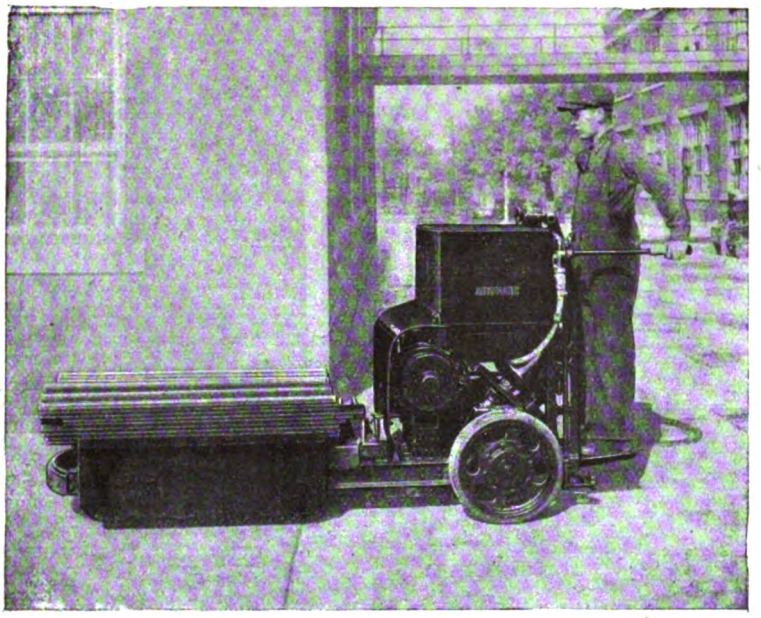


Fig. 3. — Chariot élévateur *Automatic* mû par accumulateurs alcalins S. A. F. T. Les barres d'acier chargées sur la plate-forme sont soulevées ou déposées avec elle sans aucun effort.

MOTEUR. — Le moteur est toujours un moteur-série (1) puisqu'on doit lui demander des démarrages énergiques ; il est commandé par une *pédale de démarrage* (fig. 2) qui établit le courant progressivement en intercalant dans le circuit des résistances décroissantes.

Quand le démarrage est terminé, le jeu d'une autre pédale ou d'une manette permet d'augmenter la vitesse en diminuant le courant dans l'inducteur, et inversement.

ACCUMULATEURS. — La batterie est constituée par des éléments au plomb ou au fer-nickel ; son voltage et sa capacité varient suivant le type du véhicule ; ils sont choisis de façon à permettre le travail d'une journée ou des parcours de 70 à 100 kilomètres. On place la batterie aux endroits les moins gênants : soit sur le châssis, soit le plus souvent dessous ou sur les côtés. Elle est rechargée la nuit, et reçoit aussi une charge partielle à midi lorsqu'on veut effectuer un travail plus important que de coutume ; cette recharge partielle prend le nom de *biberonnage*.

FREINAGE. — En plus des freins mécaniques habituels à pédale ou à main, les véhicules assez puissants possèdent un *freinage électrique à récupération* : lorsque le moteur est entraîné par la transmission alors qu'on cesse de l'alimenter en courant, on réalise des connexions qui le font fonctionner en génératrice et le font débiter dans la batterie. L'énergie électrique ainsi produite est empruntée à la force vive du véhicule et le freine puissamment, pendant que la batterie reçoit une charge partielle qui peut être importante. Les connexions nécessaires se réalisent automatiquement dans les ralentissements, lorsque le véhicule roule sans que son moteur soit alimenté, et dans les descentes, lorsque la vitesse devient supérieure à celle que devraient produire les positions des pédales et manettes.

IV. — *Les chariots d'atelier.*

Comme nous l'avons dit plus haut, le transport des matériaux dans les usines, les gares, les chantiers, est grandement facilité par l'emploi de petits chariots maniables. Un chariot manœuvré par un seul ouvrier peut porter ou traîner deux à trois tonnes, et remplace facilement huit à dix hommes. Certains de ces chariots, rendus conformes au Code de la Route, peuvent même circuler sur les routes et faire la liaison entre deux usines éloignées, une usine et

(1) C'est-à-dire un moteur où l'inducteur et l'induit sont branchés l'un à la suite de l'autre sur le générateur d'électricité de façon que tout le courant qui traverse l'un traverse aussi l'autre.

Digitized by Google

une gare. On en rencontre de plus en plus sur les voies parisiennes.

Les chariots d'atelier peuvent se diviser en deux catégories : les chariots porteurs et les chariots tracteurs.

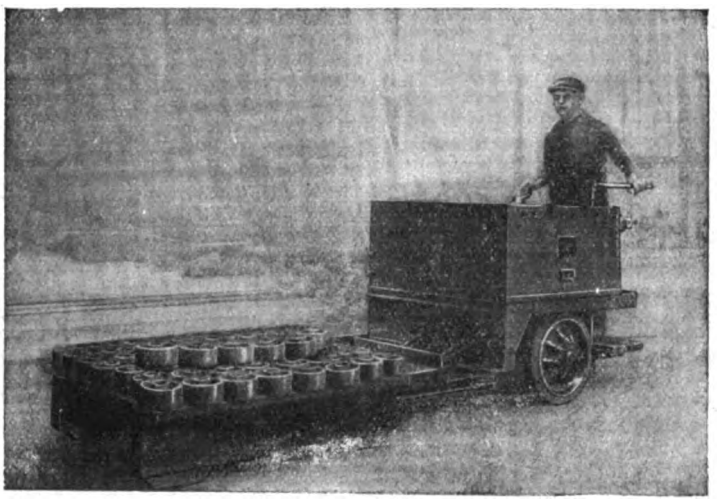


Fig. 4. — Chariot élévateur (Société des Transporteurs mécaniques, accumulateurs S. A. F. T.)

CHARIOTS PORTEURS. — La batterie est placée de manière à gêner le moins possible, soit près de la place du conducteur (fig. 2, 4, 5), soit sous la plate-forme ; son voltage est faible, généralement 24 volts, et sa capacité de l'ordre de 150 à 200 ampères-heure.

Le moteur est un moteur série de 3 à 4 CV, placé tout près du différentiel qu'il actionne généralement au moyen d'une chaîne. Les deux demi-arbres du différentiel transmettent leur mouvement aux roues arrière motrices par arbres à cardan ou par chaînes. La vitesse maximum est de l'ordre de 10 kilomètres à l'heure. Les roues sont munies de bandages pleins qui leur donnent une bonne adhérence et diminuent les chocs ; d'autre part, la plate-forme repose sur les essieux par l'intermédiaire de ressorts. Les roues avant sont directrices à la manière des roues avant d'automobiles et commandées par un simple levier vertical ou horizontal.

Fig. 5. — Camion tracteur C. I. M. T.

Les dispositifs de démarrage et de variation de vitesse varient suivant les constructeurs ; citons, par exemple, ceux des chariots « Automatic ».

Le démarrage s'effectue en appuyant sur une pédale rappelée par un ressort puissant. En appuyant modérément on établit le courant dans le moteur, mais avec interposition d'une résistance que l'on supprime en appuyant à fond lorsque le chariot a démarré. Si l'on abandonne la pédale, elle se relève sous l'action du ressort et coupe le courant en même temps qu'elle freine puissamment les roues. On est ainsi certain que le chariot est immobilisé dès que le conducteur a quitté sa place, volontairement ou par accident.

Ces chariots peuvent, en outre, prendre 3 vitesses avant et 3 vitesses arrière par le jeu d'une manette, qui réduit plus ou moins le courant dans l'inducteur du moteur.

La plate-forme peut être équipée avec une benne ou une grue. Certains chariots sont munis d'une plate-forme pouvant s'élever ou s'abaisser sous l'action d'un deuxième moteur. La maison « Automatic » construit des chariots de ce type que l'on peut engager sous des plates-formes mobiles, préalablement chargées, ou sous des pièces posées sur chantiers; en élevant la plate-forme du chariot d'une dizaine de centimètres on soulève la charge, qui ne repose plus que sur le chariot ; on la transporte à l'endroit voulu où on la dépose en abaissant la plate-forme du chariot que l'on peut alors dégager. Un seul chariot peut ainsi desservir une dizaine de plates-formes mobiles (fig. 3, 4).

Les chariots « Fenwick » sont munis d'une plate-forme élévatoire à grande course permettant de soulever la charge à hauteur d'un établi ou de la plate-forme d'un camion et de l'y déposer (fig. 1).

CHARIOTS TRACTEURS. — Les chariots porteurs peuvent aussi traîner des remorques, mais on emploie plutôt à cet usage des chariots construits spécialement pour la traction, et de plus faible encombrement.

Ces tracteurs (voir la figure 5), en service dans les grandes gares, sont bien connus. Ils comportent

Digitized by Google

une seule roue avant directrice, ce qui, joint à leur faible longueur, leur permet de tourner dans un espace très restreint. Il porte une batterie de 36 volts, 225 ampères-heure qui occupe toute la plate-forme. Les remorques sont à quatre roues, et les essieux sont accouplés de façon à réduire le rayon des virages et à obliger les remorques à suivre exactement le tracteur.

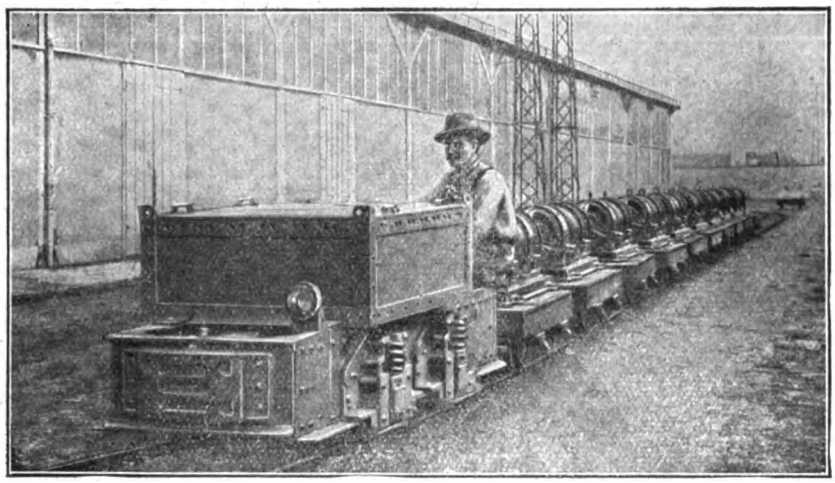


Fig. 6. — Tracteur électrique sur rail pour usines (*Automatic.*)

Comme on le voit, ces chariots porteurs et tracteurs, par les avantages qu'ils présentent et l'économie de main-d'œuvre qu'ils réalisent, sont appelés à rendre de grands services, et, d'ailleurs, se répandent très rapidement.

V. — *Camionnettes et camions.*

Certains chariots sont munis de dispositifs les rendant conformes au Code de la Route : adjonction d'un deuxième frein, d'un avertisseur, etc., et circulent en ville ou sur les routes. D'autres, plus largement dimensionnés et munis d'une batterie et d'un moteur puissants, d'un volant de direction et d'un siège pour le conducteur prennent l'allure de véritables camionnettes. Tel est le chariot-camionnette « Automatic » de la figure 2, qui, malgré les modifications indiquées, comporte encore des ressorts de suspension verticaux à boudin, des roues à bandages pleins et une transmission par chaîne du moteur, placé à l'arrière, au différentiel. La vitesse peut atteindre 14 kilomètres à l'heure en palier avec une charge de 1000 kilogrammes, le rayon d'action 50 kilomètres.

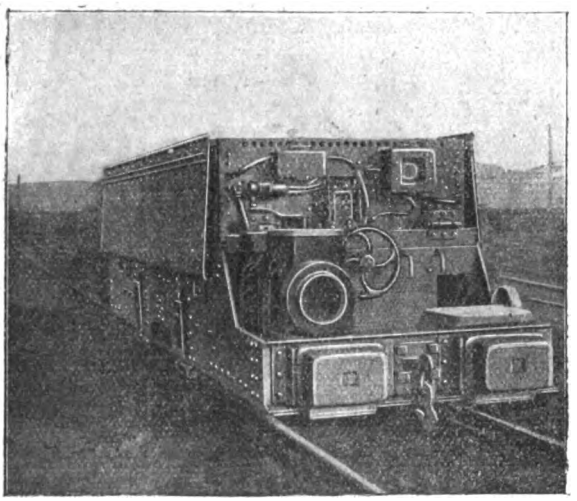


Fig. 7. — Locomotive de mines (travaux du fond) « Goodmann » Accumulateurs S. A. F. T.

D'autres constructeurs ont poussé plus loin la ressemblance avec les véhicules à essence. La camionnette Renault OA par exemple, qui transportait les visiteurs à l'Exposition des Arts Décoratifs, possède un moteur série de 5 CV placé sous le siège du conducteur, et entraînant le différentiel arrière par arbre longitudinal. Les roues sont munies de pneumatiques, la batterie, de 80 volts, et 200 ampères-heure, est répartie sur les côtés du châssis. La charge est 1 100 kilogrammes, la vitesse maximum 30 kilomètres à l'heure, le rayon d'action 70 kilomètres. Cette camionnette possède un frein à main sur roues arrière, un frein à pédale sur les quatre roues et un dispositif de freinage électrique à récupération. Une pédale permet une variation continue de vitesse, par variation du courant inducteur (V. fig. 8).

Le camion Renault OU comporte des dispositions analogues, mais le moteur, de 20 CV, est placé au milieu du châssis, la batterie est de 160 volts, 400 ampères-heure, le rayon d'action atteint 100 kilomètres et la vitesse moyenne 30 kilomètres à l'heure.

La Science Moderne a consacré une étude spéciale (avril 1927) aux omnibus actionnés par accumulateurs, qui se développent de plus en plus.

VI. — *Les locomotives à accumulateurs.*

Nous ne pouvons passer sous silence ces machines qui sont de la plus grande utilité dès que le tonnage

Digitized by Google

de matériel à transporter et la distance rendent nécessaire l'emploi d'une voie ferrée étroite ou même normale. Le trafic d'une usine ou d'un chantier justifie rarement l'emploi d'une locomotive à vapeur, qui devrait être constamment sous pression. On emploie de plus en plus les locomotives à accumulateurs, aisées à conduire et dépensant peu, de préférence aux locomotives à essence qui nécessitent un personnel spécialisé. Dans les mines, d'où la vapeur et l'essence sont proscrites, la locomotive à accumulateurs tend à supplanter la traction animale ou à air comprimé. Nous donnons, figures 6 et 7, les reproductions de locomotives de chantier et de mines.

VII. — Les accumulateurs et les postes de charge.

Les accumulateurs employés sont du type au plomb et du type au fer-nickel S. A. F. T. (Société des Accumulateurs Fixes et de Traction). Nous étudierons ces accumulateurs et l'organisation des postes de charge dans un prochain article. Signalons seulement que les progrès réalisés dans la construction des accumulateurs permettent aujourd'hui de livrer des batteries résistant parfaitement aux causes de détérioration inhérentes aux véhicules : chocs et trépidations, forts courants de décharge lors des démarrages et des marches en terrain difficile.

D'autre part, la charge des batteries, qui dure normalement neuf heures, parfois sept heures et exceptionnellement cinq heures, était, autrefois, une opération ennuyeuse en raison de la surveillance qu'elle exigeait. Elle devient une opération des plus simples avec les postes de charge actuels qui réduisent automatiquement l'intensité au moment voulu et coupent le courant dès que la charge est terminée.

Il existe actuellement dans Paris et sa banlieue une vingtaine de postes de charge publics et un grand nombre de postes privés, automatiques ou non.

***

Retenons de cette étude générale que le véhicule à accumulateurs, si on ne lui demande pas plus qu'il ne peut donner, est susceptible d'une foule d'applications où sa facilité de manœuvre, sa propreté, l'économie qu'il réalise et le fait qu'il ne dégage pas de gaz doivent le faire préférer au véhicule à essence.

En France surtout, où nous sommes riches en installations électriques, tandis que l'essence est importée à grands frais, nous devons développer l'usage de ces véhicules, suivant en cela l'exemple d'autres pays, cependant riches en essence, qui en ont reconnu les avantages incontestables (1).

(1) Consulter pour documentation le *Bulletin de la Société Alsacienne de constructions mécaniques* (n° 9, janvier 1925), *la Revue industrielle* de novembre 1927, le *Rapport de la Société pour le développement des véhicules électriques* (juillet 1925) et des notices des constructeurs.

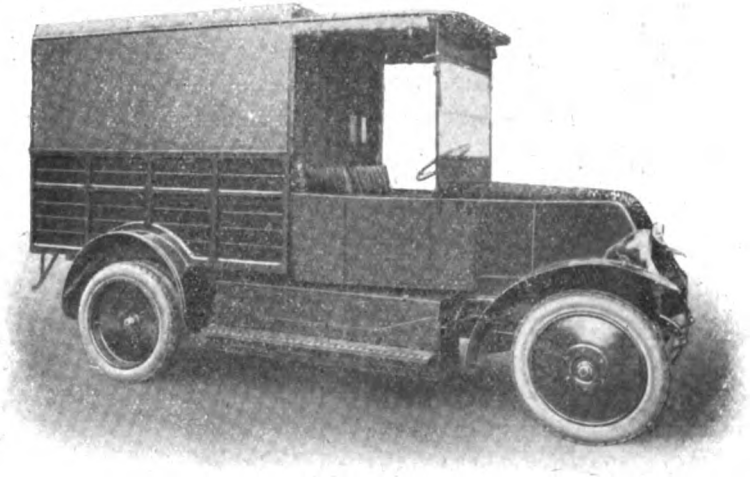


Fig. 8. — Camionnette électrique à accumulateurs Renault. Société Alsacienne de Constructions mécaniques, charge utile : 1000 k.

Digitized by Google

Le Soleil peut-il créer la Radio activité ?

PAR

M. A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

On donne le nom de radioactifs aux corps qui, spontanément, c'est-à-dire sans aucune excitation extérieure connue, émettent un rayonnement complexe susceptible d'impressionner la plaque photographique, de décharger les corps électrisés, et de rendre phosphorescentes certaines substances, notamment le sulfure de zinc.

La radioactivité était jusqu'ici considérée comme une propriété spontanée caractérisant des atomes particulièrement instables, et que les moyens les plus énergiques mis en œuvre par les physiciens n'avaient pu ni créer, ni modifier. Ainsi on pensait que seules certaines substances déterminées étaient radioactives, qu'elles l'étaient spontanément, et qu'aucune action physique ou chimique, si énergique fût-elle, ne pouvait modifier ses propriétés radioactives.

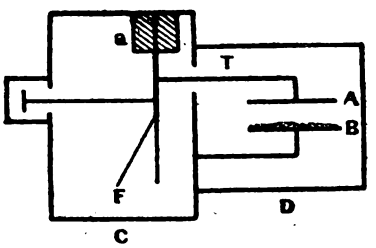


Fig. 1. — Schéma d'un électroscope.

Des recherches récentes d'une jeune savant roumaine, Mlle Maracineanu, sont venues apporter quelque trouble aux conceptions précédentes. Ces recherches ont été faites à l'observatoire de Meudon et à celui de Paris, où elles ont été suivies de très près et encouragées par l'éminent directeur de l'Observatoire de Paris, M. Deslandres, dont l'esprit est si largement ouvert à toutes les idées véritablement neuves et fécondes.

I. — Comment on étudie l'activité d'une substance radioactive.

Rappelons tout d'abord comment on reconnaît qu'une substance est radioactive et comment on mesure son activité.

Une substance radioactive posée dans l'obscurité sur une plaque photographique l'impressionne. C'est ainsi que fut découverte la radioactivité par Henri Becquerel.

Une substance radioactive ionise les gaz et les rend conducteurs de l'électricité. Cette conductibilité, mesurée par un électroscope ou un électromètre, permet d'évaluer numériquement l'activité de la substance étudiée. La substance active est disposée entre deux plateaux métalliques A et B (fig. 1), reliés électriquement l'un à la cage d'un électroscope, l'autre aux feuilles. Dans ces conditions, l'électroscope électrisé se décharge d'autant plus vite que la substance mise entre les deux plateaux est plus active. Des électroscopes d'un modèle plus perfectionné et des électromètres sont utilisés dans les recherches de précision.

Enfin, en examinant à la loupe une couche de sulfure de zinc située au voisinage d'une substance radioactive, on aperçoit dans la couche des points brillants, des scintillations, dont chacune traduit la désintégration d'un atome radioactif (fig. 2).

II. — Variation de l'activité de l'uranium sous l'influence des rayons solaires.

Mlle Maracineanu a étudié l'influence du soleil sur l'action d'un disque recouvert d'oxyde d'urane qui avait pendant longtemps conservé une valeur invariable. Mesurant cette activité après exposition, pendant des temps croissants, à l'action des rayons solaires, elle a obtenu des valeurs légèrement plus grandes et qui allaient en augmentant avec la durée d'exposition au soleil.

Par photographie, le disque a donné en même temps que la faible impression que fournit habituellement l'uranium, un point lumineux beaucoup plus intense que le reste du disque.

Ainsi ces expériences semblent indiquer que l'action de la lumière solaire peut accroître l'activité de l'uranium.

III. — Variation du pouvoir de pénétration des rayons du polonium.

En déposant une mince couche de polonium sur une lame de métal et mesurant par une méthode électrique le rayonnement transmis à travers le métal, Mlle Maracineanu a constaté un accroissement de ce rayonnement sous l'influence des rayons solaires. Mme Curie avait interprété ce résultat en admettant que sous l'influence du soleil le polonium pénètre

Digitized by Google

dans le métal du disque, et que les rayons qu'il émet, ayant à traverser une épaisseur moindre du métal, sortent moins affaiblis.

En multipliant les essais, Mlle Maracineanu fut amenée à penser qu'il ne s'agissait sans doute pas d'une pénétration de la substance radioactive dans son support métallique, mais plutôt d'une excitation simultanée du support métallique par la substance active et par le soleil. Et elle se demanda si le plomb, terme ultime de la famille du radium, ne pouvait pas devenir radioactif sous l'influence d'un agent extérieur et notamment sous l'influence des rayons solaires. D'ailleurs, les nécroses que le maniement des caractères d'imprimerie produit à la longue chez les ouvriers typographes, rappellent celles qui sont engendrées par le rayonnement des substances radio-actives.

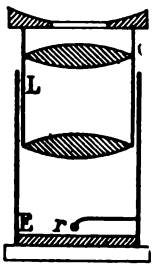


Fig. 2. — Spinthariscope de Crookes.

IV. — Action du soleil sur le plomb.

Les figures 3 et 4 représentent les impressions photographiques obtenues en posant sur une plaque sensible des caractères d'imprimerie, mouillés soit à l'eau salée, soit à l'eau de mer, et séchés au soleil.

On aurait pu supposer que ces impressions étaient dues simplement à l'hygroscopicité du sel marin. Mais des plaques de verre, de porcelaine et des morceaux de papier mouillés à l'eau de mer ou bien à l'eau salée et ensuite séchés au soleil n'ont donné aucune impression (1).

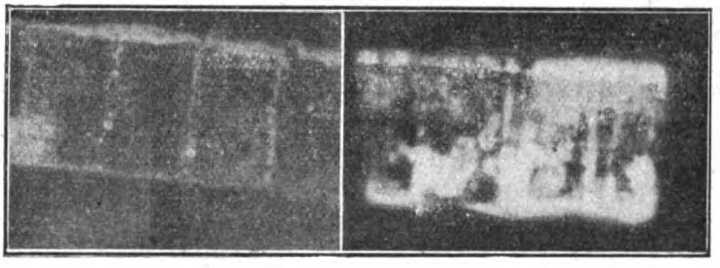


Fig. 3. — Impression produite sur une plaque photographique par des lingots de plomb (alliage typographique) mouillés à l'eau salée évaporée ensuite au soleil, et posés pendant un jour entier sur la plaque sensible. On voit que l'impression est particulièrement forte pour les marges des lingots, où l'épaisseur du plomb est plus grande.

Fig. 4. — Même expérience que dans la figure 3, mais ici le plomb a été mouillé à l'eau de mer. En remplaçant le métal par du verre, de la porcelaine ou du papier, traités à l'eau marine ou salée, on n'obtient aucune impression. C'est donc bien le métal, et non l'hygroscopicité du sel marin, qui est la cause du phénomène.

Il est à remarquer que l'action du soleil est absolument nécessaire. L'expérience ne réussit pas avec des plaques mouillées à l'eau salée et séchées à l'ombre, tandis qu'elle réussit lorsqu'on les fait sécher au soleil. Et Mlle Maracineanu se demande à ce propos s'il ne faudrait pas rechercher dans ces faits une explication de l'efficacité thérapeutique qu'on s'accorde à reconnaître aux bains de mer lorsqu'ils sont suivis d'une exposition au soleil.

Enfin, en utilisant un électroscope extrêmement sensible, Mlle Maracineanu a pu constater que l'air devenait conducteur au voisinage d'échantillons de plomb frappés par la pluie et le soleil. Plaçant sur une toiture en plomb de l'Observatoire de Paris (fig. 5 et 6), un électromètre de Szilard très sensible dont la chambre d'ionisation est fermée à sa partie inférieure par une mince lame d'aluminium elle a mesuré le mouvement propre de décharge des feuilles de l'électroscope muni de son fond, et le mouvement que prennent les feuilles lorsque l'électroscope, dépourvu de son fond, est posé directement sur le toit (fig. 5). Elle a ainsi constaté une radioactivité nette du toit en plomb, se traduisant par un mouvement de décharge des feuilles de l'électroscope cinq à sept fois plus rapide que le mouvement propre de décharge de l'appareil muni de son fond d'aluminium et éloigné du toit.

Les plus grands écarts ont été constatés en plein jour lorsque le ciel est clair et que le soleil frappe la toiture en plomb. Le tableau suivant donne les durées de décharge, rapportées à cinq divisions de l'échelle dans diverses conditions. La première colonne (A) donne les mesures faites avec l'appareil muni de son fond d'aluminium posé sur un trépied distant du toit de 10 centimètres ; la seconde (B), celles faites avec le même appareil toujours muni du même fond d'aluminium mais posé directement sur le toit ; la troisième (C) toujours avec l'appareil déposé sur le toit, mais dépourvu de son fond d'aluminium.

Les mesures rapportées dans ces trois premières colonnes étaient faites à 19 heures par un temps nuageux. Les nombres de la quatrième colonne (D) donnent les durées de décharges observées vers midi, l'appareil étant posé directement sur le toit, les rayons du soleil arrivant sur le toit ou étant arrêtés par des nuages.

(1) Dans les mêmes conditions des lamelles d'aluminium ont impressionné la plaque photographique.

Digitized by Google

A	B	C	D	
secondes.	secondes.	secondes.	secondes.	
78	48	14	15.5	
70	48	14	15	
70	50	14	6	soleil.
68	47	12	5	
	55		8	
	57	10	15	nuages.
			14	
			6	soleil.
			4	

On aurait pu objecter que le plomb contenait des impuretés radioactives. Pour élucider ce point, une plaque de ce plomb, épaisse de 2 millimètres, fut découpée dans la toiture et étudiée au laboratoire.

V. — *Une appréciation autorisée des recherches de Mlle Maracineanu.*

Les lignes suivantes de M. Deslandres soulignent l'importance des recherches de Mlle Maracineanu et en dégagent la signification :

« Les recherches de Mlle Maracineanu sur les toitures anciennes de l'Observatoire de Paris offrent un intérêt de plus en plus grand. Le plomb n'est pas le seul métal qui acquiert, sous l'influence des rayons solaires, une radioactivité spéciale, limitée, semble-t-il, à la surface touchée et aux couches immédiatement voisines. Le zinc et le cuivre ont la même propriété ; et de nouvelles recherches seront évidemment

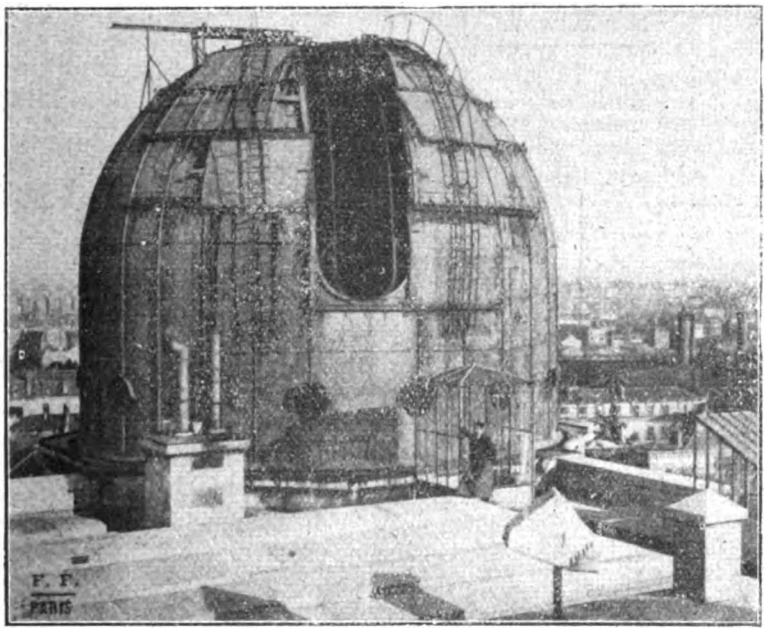


Fig. 5. — La grande coupole de l'Observatoire de Paris, dont le métal (cuivre), depuis longtemps exposé au soleil, a sa radioactivité exaltée.

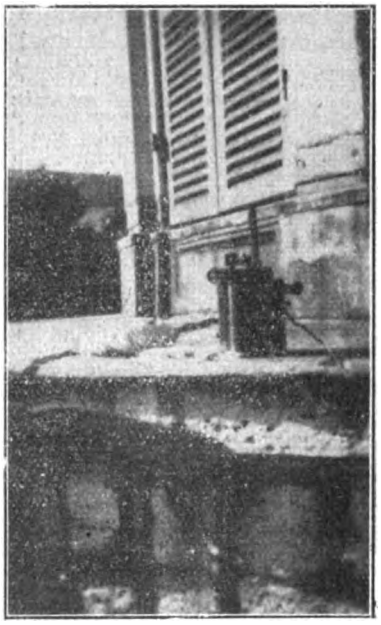


Fig. 6. — L'électroscope posé sur la pierre de la toiture de l'Observatoire de Paris.

Sur la face non exposée à la lumière, la radioactivité fut trouvée nulle ; sur l'autre face, elle eut le premier jour la valeur qu'on avait trouvée lorsque l'électroscope avait été posé directement sur le toit, et, les jours suivants, une valeur décroissante.

On aurait pu aussi objecter que la radioactivité constatée était due aux dépôts radioactifs des émanations contenues dans l'atmosphère. L'électroscope fut posé sur une pierre calcaire horizontale, placée à la hauteur de la toiture de plomb et tout à côté : la pierre ne montre aucune radioactivité (fig. 6). Il en a été de même pour des plaques de fer et de fonte. Par contre, un fragment de cuivre et un fragment de zinc découpés dans une toiture de l'Observatoire également exposée au soleil et à la pluie ont montré une radioactivité nette, quoique inférieure à celle du plomb (fig. 5).

nécessaires pour reconnaître la nature exacte et toutes les particularités du phénomène.

« D'autres faits similaires déjà publiés ont été attribués à la diffusion de corps radioactifs connus dans le métal ; il nous a semblé que les faits actuellement acquis s'expliquaient beaucoup mieux par une action spéciale de la lumière.

« Les corps radioactifs, comme on sait, ont été trouvés insensibles à toutes les actions que nous pouvons mettre en œuvre sur la terre, par exemple, aux variations de pression et de température. Mais le rayonnement solaire émane d'un corps qui est soumis à des pressions et à des températures beaucoup plus hautes, surtout si les couches profondes de l'astre interviennent.

Il apporte avec lui quelque chose de plus, et, en ce qui concerne les modifications radioactives, il peut

Digitized by Google

réussir là où nos moyens terrestres sont en défaut.

« De plus, si l'on considère la radioactivité du plomb de la corniche nord, qui est éclairée presque exclusivement par la lumière diffuse du ciel, on est

leuses. On connaît aussi les idées longuement développées en 1919 par Perrin, qui estime pouvoir attribuer les réactions chimiques et les phénomènes radioactifs aux seules actions de la lumière et de rayons X très pénétrants (1) ».

Fig. 7. — La fondation de l'Observatoire de Paris (1667-1672), sur les plans de Claude Perrault. D'après une estampe de l'époque. Les coupoles ne furent ajoutées qu'assez longtemps après. Néanmoins l'ancienneté de la couverture est assez grande pour avoir permis à la radiation solaire d'exercer une action très prolongée.

conduit à mettre aussi en cause le rayonnement ultra-X très pénétrant qui a été reconnu par Koflhörster, puis par Millikan, et qui, d'après le premier de ces auteurs, aurait une origine cosmique et émanerait de la Voie lactée et des nébuleuses.

« Je suis particulièrement intéressé par ces recherches, ayant admis depuis 1896 dans plusieurs notes successives l'émission de rayons corpusculaires et de rayons X par le soleil, les étoiles et les nébu-

(1) Il serait intéressant que les expériences de Mlle Maracineanu puissent être reprises sur des échantillons de plomb d'origines diverses. C'est ce que faisait remarquer M. Deslandres à la suite d'une note de Mlle Maracineanu qu'il venait de présenter :

« Il est désirable que ces expériences soient répétées ou reprises par d'autres personnes et dans d'autres lieux. Les personnes qui ont du plomb depuis longtemps insolé et qui n'ont pas les appareils nécessaires à la recherche de la radioactivité, sont priées d'en envoyer un échantillon à l'Observatoire de Paris. »

Nous transmettons très volontiers ce désir à nos lecteurs

Digitized by Google

Le climat du Pôle Nord

PAR

J. ROUCH

Capitaine de frégate.

Plus qu'en toute autre région de la terre, la cause déterminante du climat polaire est d'ordre astronomique. Au cercle polaire (latitude 66°33'), le soleil ne se lève pas au solstice d'hiver (21 décembre dans le nord, 21 juin dans le sud). En dedans de ce cercle et à mesure qu'on se rapproche du pôle, la durée de la nuit aux environs du solstice d'hiver est de plus en plus grande. Au pôle nord même, le soleil reste constamment au dessous de l'horizon entre le 22 septembre et le 20 mars. Au contraire, le soleil ne se couche jamais du 20 mars au 22 septembre. Sa hauteur au-dessus de l'horizon augmente jusqu'au 21 juin, où elle atteint 23°27', et elle diminue ensuite. La durée de la nuit est d'environ 41 jours à la latitude de 68°, de 64 jours à la latitude de 70°, de 103 jours à la latitude de 75°, et de 134 jours à la latitude de 80°.

Naturellement les conditions géographiques, et en particulier la répartition des terres et des mers agissent aussi d'une façon efficace sur le climat, et nous verrons dans un prochain article que les principales différences entre le climat du pôle Nord et le climat du pôle Sud sont dues justement au fait que le pôle Nord est situé sur une vaste mer entourée de terres, tandis qu'au pôle Sud un vaste continent est entouré de mers (1).

I. — La température. — Variation de la radiation solaire.

Pendant l'hiver, tant que le soleil est au-dessous de l'horizon, les régions polaires ne reçoivent plus du tout de chaleur du soleil. La température ne peut que baisser pendant tout ce temps, jusqu'au moment où le soleil reparaît de nouveau.

A mesure que l'on se rapproche du pôle, la température baisse donc de plus en plus en hiver, et l'époque du minimum est de plus en plus tardive. Février est le mois le plus froid, et, au pôle même, le minimum de température, si aucune autre cause n'intervenait, ne se produirait que le 20 mars.

Au solstice d'été, la hauteur du soleil n'est que de 23°27', mais elle reste constante pendant les vingt-quatre heures. La longueur du jour, comme l'a montré M. Angot, compense, et au-delà, la faible élévation du soleil (1), de sorte que *la quantité de chaleur envoyée pendant cette journée par le soleil est plus grande au pôle qu'à l'équateur* et à toute autre latitude. Les quantités de chaleur reçues, le jour du solstice d'été, au pôle nord et à l'équateur, sont dans le rapport de 136 à 100.

Ce fait, exact en théorie, a été longtemps un argument en faveur de l'existence autour du pôle d'une mer libre de glace. Mais ce qu'il faut considérer, ce n'est pas la chaleur envoyée par le soleil, mais celle qui parvient réellement au sol, après avoir subi l'absorption atmosphérique. Or, dès que le coefficient de transparence de l'atmosphère tombe au-dessous de 0,75 (2), ce qui est le cas ordinaire, la chaleur qui parvient *effectivement* au pôle le jour du solstice d'été est beaucoup plus petite que celle qui parvient aux latitudes moyennes, car, au pôle, le soleil étant toujours assez bas, ses rayons ont à traverser une couche atmosphérique très épaisse, et par suite très absorbante.

En tout cas, il est certain que, par suite du refroidissement intense de l'hiver, même si l'absorption atmosphérique diminue dans de notables proportions la température de l'été, la variation annuelle de la température doit être très grande. Voici, en effet, les températures moyennes des parallèles de latitude pour le mois le plus chaud et pour le mois le plus froid.

Lattitude.	Mois le plus chaud.	Mois le plus froid.	Différence
70° N.	+ 7°	— 26°	33°
80°	+ 1°,8	— 33°,5	35° 3
90°	— 1°	— 41°	40°

(1) Le climat polaire — à supposer qu'on puisse définir avec précision un climat polaire — n'a pas des limites géographiques très nettes. M. de Martonne admet que sa limite peut être considérée comme celle du sol perpétuellement gelé, ou *tjäle*, suivant l'expression consacrée. Cette limite s'écarte notablement du cercle polaire : elle s'étale sur près de la moitié de la Sibérie jusqu'à la latitude de 55°, l'influence du Gulf-Stream la fait remonter en Europe jusqu'au delà du cap Nord, et elle descend vers le sud dans l'Amérique du Nord pour englober la moitié au moins des hautes terres du Labrador.

(1) Rappelons d'ailleurs qu'à Paris la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon ne dépasse pas 18° aux environs du 22 décembre, et que pendant plusieurs semaines elle reste inférieure ou égale à ce qu'elle peut atteindre comme maximum au pôle, pendant plusieurs semaines également.

(2) Ce qui veut dire que l'état de l'atmosphère est tel que, le soleil étant au zénith, il arrive seulement au sol les 75/100 de la chaleur envoyée par le soleil ; le reste est absorbé par atmosphère.

Digitized by Google

Quant à la variation diurne, elle est très faible, puisqu'au cours de la journée la hauteur du soleil varie peu.

II. — Distribution de la température.

HIVER. — La région la plus froide des régions arctiques est la Sibérie au nord d'Iakoust. Dans cette région, la température moyenne s'abaisse au-dessous de — 40° en janvier. A Iakoust même, elle est de — 42°,8, et elle descend jusqu'à — 51°, 2 à Verkhoïansk (latitude 67°34'). C'est la moyenne la plus basse que l'on connaisse pour un mois d'hiver sur tout le globe. Des minima absolus de — 70° ont été observés.

Un deuxième pôle de froid existe dans l'intérieur du Groënland, où Mohn admet qu'il règne des températures moyennes de — 40° en janvier. Dans l'extrême nord du Groënland, on a vu le thermomètre descendre jusqu'à — 59°.

Un troisième pôle de froid existe vraisemblablement aussi au voisinage du pôle, avec des tempé-

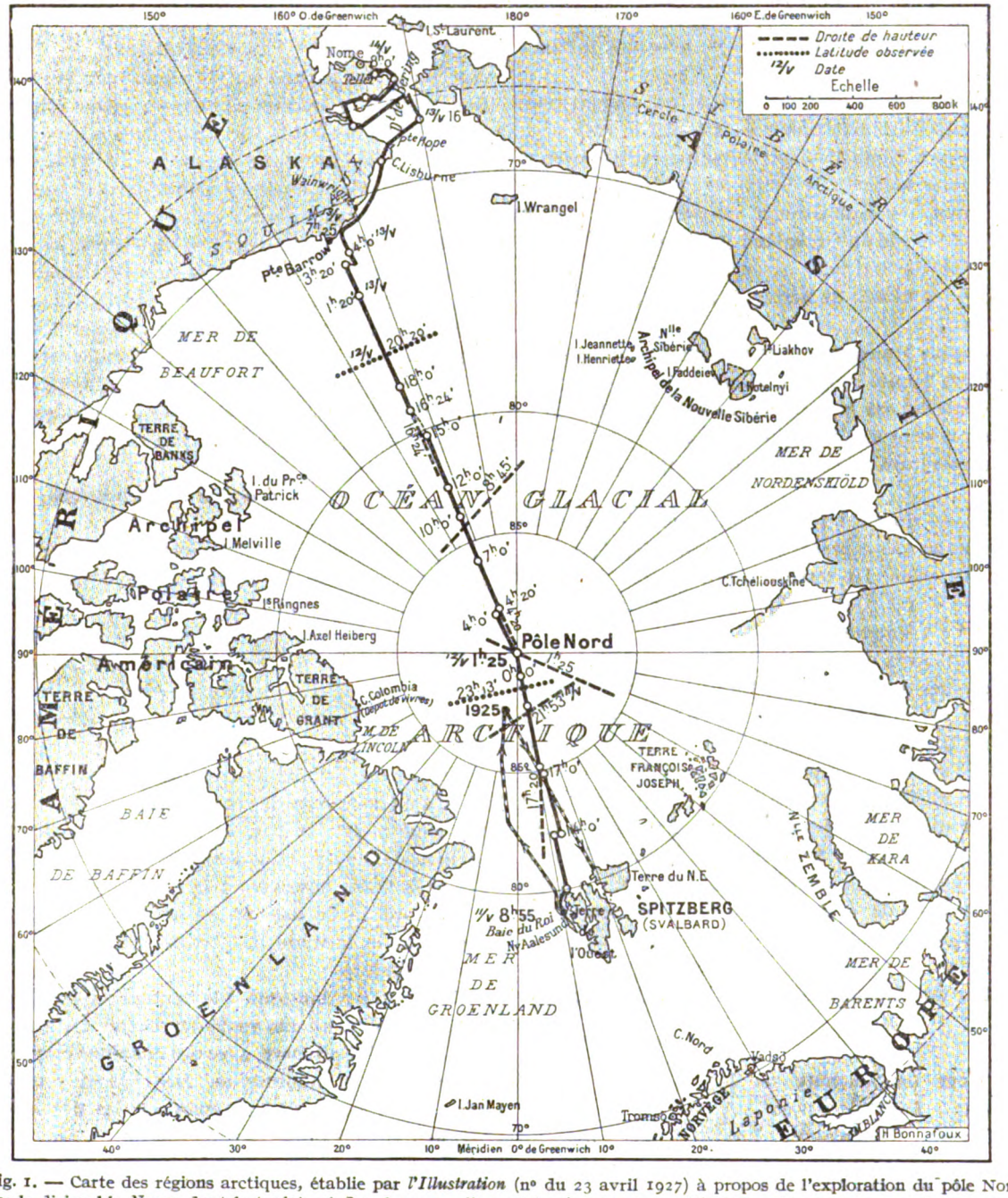


Fig. 1. — Carte des régions arctiques, établie par *l'Illustration* (n° du 23 avril 1927) à propos de l'exploration du pôle Nord par le dirigeable *Norge*, dont le trajet est figuré par une ligne pleine (en ponctué : l'itinéraire d'Amundsen en avion en 1925.

Digitized by Google

ratures moyennes de — 41° en janvier et février. Sur l'Océan polaire parcouru par le *Fram*, par une latitude de 82°, la température du mois le plus froid (février) a été de — 35°,8. Le minimum a été de — 52°. Pendant un tiers de l'année, le thermomètre oscille aux abords de — 35°, et pendant une cinquantaine de jours par an la température se tient en dessous de — 40°.

Au nord du Canada, dans l'archipel polaire américain, il règne aussi des températures très basses : — 38° en moyenne en janvier et février, avec des minima de — 55° et même — 60°. Dans les environs de la rivière du Cuivre, la température moyenne du mois le plus froid est de — 31°, avec des minima de — 50°.

En janvier, les régions arctiques qui ont les températures les moins rigoureuses sont : la côte occidentale de la Nouvelle-Zemble (température moyenne de janvier — 22°) ; le Spitzberg, où se fait sentir l'influence du Gulf-Stream (— 23°) ; Jan Mayen (— 10°) ; le sud du Groënland (le Sound de Scoresby, par 70° de latitude, — 22°, Godthaab par 64°, — 10°) ; le détroit de Béring (Saint-Michel de l'Alaska, — 18°).

Les plus grands froids se produisent toujours par les jours calmes et clairs. L'influence du vent et de la nébulosité sur la température est très frappante : quand le vent souffle fort et que le ciel est couvert, la température se relève toujours beaucoup.

ÉTÉ. — En été, les températures se relèvent énormément en Asie septentrionale, ainsi qu'en Amérique septentrionale. La température moyenne de juillet dépasse + 15°. Des maxima de + 30° sont observés (+ 31°,5 à Verkhoïansk).

L'isotherme de + 5° suit, en juillet, à peu près les rivages de l'Asie et de l'Amérique et contourne le sud du Groënland. Il existe encore deux pôles de froid, où la température est inférieure à zéro, l'un au voisinage du pôle, où il règne, d'après Mohn, une température moyenne de — 1° en juillet, l'autre dans l'intérieur du Groënland, où il règne des températures (réduites au niveau de la mer) de zéro.

Le maximum observé par Nansen sur l'océan Polaire a été de + 4°, mais les maxima observés sur la terre ferme sont bien supérieurs, même aux hautes latitudes. Voici par exemple les températures de juillet, de plusieurs stations circumpolaires :

	Temp. moy. —	Maxim. —
Sagastyr (embouchure de la Léna). Latitude 73°,22'....	+ 4,9	+ 12,1
Godthaab (Groënland). Lat. 64°,11'.....	6,3	14,9
Nouvelle-Zemble. Lat. 72°,23' .	5,7	15,7
Terre de Grant. Lat. 81°,43' ...	+ 2,7	+ 11,7
Fort Raë (Canada). Lat. 62°,39'	16,2	24,7
Terre François-Joseph. Lat. 80°	3,6	12,0

Dans toutes ces stations, il existe un été digne de ce nom. La neige, qui recouvre le sol, retarde le réchauffement de l'air au printemps ; lorsque la neige est fondue et que le soleil peut échauffer le sol, l'été vient tout d'un coup et, en quelques semaines, à la neige succède la brillante végétation arctique qui se hâte de fleurir. Car l'hiver revient vite et, dès septembre, la température moyenne tombe au-dessous de — 10°.

LA VARIABILITÉ DE LA TEMPÉRATURE. — Un des caractères très particuliers du climat polaire, qui le rend difficile à supporter plus encore que ses températures très basses, est la variabilité de la température. Des changements d'une quinzaine ou d'une vingtaine de degrés en quelques heures, ne sont pas rares en hiver, et chaque mois présente en cette saison une amplitude d'une trentaine de degrés. Le *Fram* a observé, en février, des différences de température de 37° d'un jour à l'autre. Sur la Terre Ellesmere, d'après Sverdrup, le thermomètre descend brusquement à — 50° et remonte non moins rapidement à 0°. La température est plus stable en été. Cependant, dans l'intérieur du Groënland, des amplitudes journalières de 20° en été ne sont pas rares.

III. — La pression barométrique.

On sait qu'une des lois principales qui déterminent la répartition des pressions barométriques à la surface de la terre est la suivante :

Toutes les régions qui présentent un maximum de température par rapport aux contrées voisines offrent, en même temps, un minimum de pression ; de même, tout minimum relatif de température correspond à un maximum de pression.

En *janvier*, le pôle de froid de la Sibérie correspond à un maximum de pression très net. La pression moyenne y atteint 775, et même 778 millimètres au mois de janvier, et ce sont les plus hautes moyennes mensuelles observées à la surface du globe.

Au nord du Canada, où les froids sont aussi très vifs pour la latitude, la pression moyenne est de 765 millimètres.

Sur l'océan Atlantique, à la hauteur du Groënland, règne au contraire une vaste dépression, qui englobe l'Islande et le Spitzberg, avec des pressions moyennes de 748 à 750 millimètres. Des basses pressions (750 millimètres) règnent aussi sur les îles Aléoutiennes, au sud du détroit de Béring.

D'après les observations de Nansen sur l'océan Polaire, Mohn admet que les hautes pressions de

Digitized by Google

Sibérie rejoignent les hautes pressions du Canada par un isthme barométrique, qui va de la Sibérie orientale à l'ouest de l'archipel polaire américain : les pressions y sont de 762mm,5 environ. La pression dépasse 760 millimètres sur le détroit de Béring, ainsi que sur le nord du Grœnland. L'extrémité méridionale du Grœnland est sous la dépendance de la dépression d'Islande et la pression n'y dépasse pas 750 millimètres. Il est d'ailleurs probable que la glaciation intense qui règne à l'intérieur du Grœnland, détermine une surélévation de pression qui, quoique légère, a une influence importante sur la circulation des vents.

En *juillet*, les pressions ont considérablement baissé sur la Sibérie, où elles ne dépassent pas 755 millimètres, ainsi que sur le Canada (759 millimètres). Un anticyclone de faible étendue, peu accusé (760 millimètres en moyenne) s'allonge obliquement entre la Terre François-Joseph et le Grœnland, du 80° au 72° degré de latitude. Sur tout le bassin polaire, prévalent des pressions faibles (756 à 759 millimètres), pas très différentes de celles qui règnent sur les régions voisines. Les isobares sont très espacées et d'allure indécise.

Les variations du baromètre sont importantes, surtout en hiver : c'est ainsi que le *Fram* a observé en février une amplitude mensuelle de 49mm,4.

IV. — Les vents.

La direction des pressions commande la direction des vents, dans l'Arctique comme ailleurs.

L'arête des hautes pressions qui joint l'Asie à l'Amérique ainsi que les basses pressions qui remontent jusqu'au Spitzberg, déterminent sur l'océan Polaire des vents d'est entre le pôle, la Terre François-Joseph et la Nouvelle-Zemble. Pendant huit mois de l'année, les vents de composante est et sud-est ont dominé avec une force notable tout le long de la route du *Fram*. Ils sont particulièrement forts, en avril, ainsi qu'en octobre et novembre, car les gradients barométriques sont alors plus accusés entre les hautes pressions polaires et la dépression d'Islande. Pendant les quatre mois d'été, les vents sont faibles et de direction variable.

Pendant la saison froide, dans la Sibérie orientale, les hautes pressions qui règnent à l'intérieur du continent déterminent des vents de nord ; en été, les basses pressions déterminent au contraire des vents de sud. Dans cette région on a donc à faire à une véritable mousson, qui souffle du nord en hiver et du sud en été, et cette mousson est tellement régulière que les peuplades qui habitent ces régions changent l'ouverture de leurs huttes suivant les saisons.

Sur la côte continentale américaine et dans l'archipel polaire, les conditions topographiques locales ont une influence importante sur la direction et la vitesse du vent.

Au Grœnland, les vents soufflent généralement de l'intérieur du continent vers les côtes. Tous les explorateurs qui ont traversé l'Inlandsis ont eu le vent contre eux à la montée, et le vent pour eux à la descente. Peary a observé, dans tout le Groënland septentrional, que le vent, parfois d'une violence extrême (certains ouragans ont une vitesse de 80 kilomètres à l'heure), souffle constamment en rayonnant de l'intérieur vers les dépressions des fiords, quelle qu'en soit la direction. Ces vents, qui descendent vers la mer de l'intérieur du Groënland dont l'altitude est supérieure à 2 000 mètres, ont tous les caractères d'un foëhn. En hiver, ils font monter la température de 12° à 20° : on a vu, en janvier 1892, dans le Scoresby Sound sur la côte orientale, la température monter en quatre heures de — 21° à + 6°, avec un vent d'ouest-nord-ouest soufflant du plateau. Grâce à ces foëhns au printemps, la neige disparaît très rapidement de la région côtière. Sur la côte occidentale, leur influence se fait sentir jusque sur la Terre de Grant.

LES COUPS DE VENT. — Les coups de vent sont toujours accompagnés de dépressions barométriques plus ou moins creuses. Dans l'océan Polaire, le *Fram* a observé 25 de ces dépressions par an, deux fois plus d'octobre à mars que d'avril à septembre. Elles paraissent venir des parages de l'Islande et du Spitzberg, se déplacent vers le nord et vers l'est, et leurs trajectoires habituelles passent entre le Spitzberg et le pôle, vers le 82e ou le 84e degré de latitude. Leur vitesse de déplacement est analogue à celle des dépressions européennes, une quarantaine de kilomètres à l'heure. Ces dépressions ne sont d'ailleurs pas très creuses, et la baisse barométrique est de l'ordre de 12 à 18 millimètres. Elles ne donnent pas lieu à des vents très violents (une dizaine de mètres par seconde) et les vents les plus forts soufflent du nord et de l'est. L'été est la saison des pressions uniformes : vents faibles, températures peu variables, tempêtes peu fréquentes.

Dans les parages du détroit de Béring, les dépressions barométriques sont assez rares. Nordenskjold, pendant son hivernage de la Véga à Pitlekaj, a observé six fois seulement des baisses barométriques inférieures à 740 millimètres. Hildebrandsson a montré que les dépressions de ces parages paraissent venir du sud-sud-ouest ou du sud-sud-est, passent par le détroit de Béring et disparaissent vers le nord-est ou le nord-ouest. Les espaces d'eau libre (polynies), qui existent toujours dans cette partie

Digitized by Google

de l'océan Glacial, même en hiver, ont certainement une influence sur la trajectoire des dépressions. A leur passage, la température monte de plusieurs degrés : en février, on a observé ainsi une hausse de — 41° à — 17°, soit de 24°, bien que le vent soufflât du nord-est au nord-ouest.

Plus à l'ouest, sur les rivages de la Sibérie, on éprouve parfois de violents coups de vent du Nord, appelés *bouranes*, apportant avec eux des masses considérables de neige, et particulièrement redoutés des indigènes.

Dans le Canada du Nord et l'archipel polaire américain, des dépressions qui passent de l'Ouest à l'Est ont des trajectoires de plus en plus septentrionales pendant l'hiver. De violents coups de vent s'en suivent. « Dans la vallée de la Rivière de Back, écrit Back, ce ne sont que vilains temps et ouragans, On eût dit un chaos où régnaient les vents et les tempêtes. Des coups de vent durant plus de trois jours sans mollir ne sont pas rares, et ils sont accompagnés en été de très fortes pluies, car, en cette saison, le thermomètre est au-dessus de zéro. Ce sont les vents du Nord qui soufflent avec le plus de violence. »

A l'embouchure de la rivière du Cuivre, les tempêtes sont moins fréquentes. La vitesse maxima, mesurée pendant un séjour de deux ans par Anderson, a été de $20^{m},50$ par seconde (74 kilomètres à l'heure). Ce qui rend le climat rigoureux, c'est le froid humide par vent fort.

L'inlandsis du Groënland, sur lequel règnent probablement des pressions relativement élevées, constitue un obstacle important à la marche des dépressions, qui ne le traversent que très rarement : les unes passent au sud du cap Farewell, les autres remontent du Sud au Nord le détroit de Davis, où règne en permanence un centre de basses pressions, presque aussi creuses que les basses pressions d'Islande.

LES VENTS SUPÉRIEURS. — Il semble, d'après quelques observations encore très peu nombreuses, que les courants supérieurs, dans les hautes latitudes, viennent de l'Est. Les cirrus observés à Upernivik (Groënland, latitude 72°,47') viennent en moyenne du S. $^{1}/_{4}$ S. E. Des sondages aérologiques par ballons-pilotes, exécutés par l'expédition de M. de Quervain au Groënland, ont donné aussi, aux hautes altitudes, une prédominance des courants d'est et du sud.

Ces résultats, rapprochés des vents d'Est observés par le *Fram*, semblent montrer que les vents autour du pôle, jusqu'à de hautes altitudes, circulent de l'est à l'ouest. Si l'on peut parler d'un tourbillon polaire, c'est de celui-là, et non d'un tourbillon d'ouest vers l'est, ainsi qu'on l'enseignait en météorologie il y a seulement quelques années.

V. — La nébulosité et les précipitations.

Durant les trois années qu'embrasse le voyage du *Fram*, la nébulosité moyenne a été de 6,2 avec une variation annuelle très prononcée : janvier, 3,6 ; juillet 9,0 (1).

Le nombre des jours clairs par mois s'est réparti ainsi :

Janvier..	14	Mai	7	Septembre	0
Février ..	12	Juin	0	Octobre...	4
Mars	9	Juillet.....	0	Novembre	11
Avril.....	8	Août	0	Décembre	15

Ainsi, au cœur de l'hiver, en décembre et en janvier, le nombre des jours clairs est de 50 p. 100 environ. Cette proportion diminue rapidement à l'approche de l'été, pour tomber à zéro pendant l'été. De juin à septembre, le soleil arrive parfois à percer les nuages pendant quelques heures, mais ces éclaircies sont rares. Juin compte 26 jours complètement couverts, juillet 27, août 24 et septembre 27.

Cette variation annuelle de la nébulosité, maxima en été, minima en hiver, s'observe dans toutes les régions arctiques, sauf peut-être à l'extrémité méridionale du Groënland, où toute l'année la nébulosité mensuelle moyenne est égale à 7.

Les côtes septentrionales de Sibérie sont, parmi les régions arctiques, celles où la nébulosité est la plus faible. En hiver, il existe, dans ces régions, des hautes pressions très prononcées et le ciel est généralement très clair ; en été, la nébulosité ne dépasse pas 5 à 6, car l'état hygrométrique de l'air ne permet pas une condensation abondante de vapeur d'eau.

C'est également en été que la brume est particulièrement fréquente, ainsi que le met en évidence le tableau suivant du nombre de jours brumeux observés chaque mois par le *Fram*.

Janvier...	0	Mai.....	2	Septembre	10
Février....	0	Juin	10	Octobre	4
Mars	2	Juillet...	20	Novembre	1
Avril.....	1	Août	16	Décembre	0

Jusqu'en mai, on est presque certain de ne pas rencontrer de brume à la surface de la banquise ; mais elle est très fréquente de juin à septembre. Ainsi qu'Amundsen en a fait l'expérience au cours de son voyage en avion de 1925, cette brume a une

(1) On sait que la nébulosité est notée de 0 à 10, 0 correspondant à un ciel complètement clair, 10 à un ciel complètement couvert.

Digitized by Google

épaisseur de 100 à 200 mètres au-dessus de la banquise.

La brume est très fréquente en été dans toutes les régions arctiques et tous les explorateurs s'accordent pour dire qu'elle constitue, dans les mers polaires, un obstacle à la navigation presque aussi important que les glaces.

Le nombre de jours de précipitations est sur l'océan Arctique, de 192 par an, répartis de la façon suivante :

Janvier..	11	Mai	20	Septembre	22
Février ...	11	Juin	20	Octobre	24
Mars	13	Juillet...	21	Novembre	9
Avril.....	13	Août	19	Décembre	9

De mai à septembre, des chutes de neige ou de pluie ont lieu deux jours sur trois.

La quantité des précipitations décroît normalement quand la latitude augmente. D'après les calculs de Murray, la quantité d'eau tombée serait, en moyenne, pour les latitudes comprises entre 60° et 70°, de 400 millimètres ; entre 70° et 80°, de 380 millimètres ; entre 80° et 90°, de 360 millimètres. Ces nombres paraissent exagérés et la quantité des précipitations est en réalité beaucoup plus faible dans les régions polaires. Les seules régions où les précipitations dépassent un total annuel de 250 millimètres sont le sud du Groënland, les côtes de Labrador et de la Baie d'Hudson, les côtes d'Asie et d'Amérique qui font face au détroit de Béring. Elles n'atteignent pas 200 millimètres par an en beaucoup d'endroits. A Verkhoïansk, le total annuel est de 100 millimètres, avec maximum en juillet. Sur les côtes du Groënland, le total des précipitations diminue très rapidement à mesure qu'on monte vers le nord :

A Iviktut par 61°, les précipitations atteignent 1220 ‰ ;

A God thaab, par 64°, 650 ‰ ;

A Upernivik, par 73°, 225 ‰ ;

A Danemarks, par 77°, 146 ‰.

Sur l'océan Polaire, au voisinage du pôle, d'après Nansen, le total des précipitations est de 200 à 250 millimètres.

Les précipitations sont sous forme de véritable pluie en été, mais plus souvent sous forme de neige. La neige des régions polaires tombe d'ailleurs rarement en flocons, comme la neige des pays tempérés, mais, le plus souvent, en fines aiguilles acérées et dures, qui cinglent comme des grains de sable. En s'accumulant sur le sol, elle ne prend aucune consistance, les grains restent sans cohésion, et lorsqu'on marche sur elle, on a la sensation de marcher sur du sable fin. Soulevée par le vent, cette poussière neigeuse constitue le *chasse-neige*, et les nuées aveuglantes qu'elle forme alors acquièrent parfois une violence formidable. Parfois, le vent accumule cette neige poudreuse en longues vagues, appelées *sastrugi*, et modèle le sol couvert de neige comme le sont les déserts de sable. Certaines photographies des ergs du Sahara ou des koum d'Asie centrale sont tout à fait semblables, à la couleur près, à des photographies de neige polaire. Comme les barkhanes du Turkestan, certains monticules de neige ont la forme d'un croissant aux pointes effilées s'allongeant dans la direction du vent (1).

Il faut signaler enfin un phénomène très particulier et qui ne manque pas de surprendre. Lorsqu'il pleut sur la mer libre dont la température est inférieure à zéro (l'eau de mer ne gèle en effet qu'à — 2° environ), la pluie, composée d'eau douce, se gèle instantanément à la surface de la mer et forme des petits glaçons.

Les orages sont à peu près inconnus dans les régions polaires. On observe un orage tous les deux ans dans le sud du Groënland, et on n'en a jamais vu à Upernivik.

VI. — Variation du climat polaire.

Les régions polaires n'ont pas toujours eu le climat rigoureux qu'elles subissent aujourd'hui. Les fossiles découverts par les géologues ont montré que le Spitzberg, le Groënland, l'archipel arctique, étaient autrefois recouverts d'une végétation touffue. Là s'étendaient d'épaisses forêts de peupliers, d'ormes, de chênes, de noyers, d'érables, de platanes et une grande variété de magnolias. D'après la distribution géographique actuelle de ces diverses plantes, on peut admettre que la température moyenne de juillet était alors de 17° à 18°, tandis qu'elle est aujourd'hui de 2° à 3° ; que la température de janvier ne devait pas tomber au-dessous de — 6°, alors qu'elle atteint aujourd'hui — 35° à — 40° ; que la température moyenne de l'année était d'au moins 5°, tandis qu'elle n'est actuellement que de — 18° à — 20°.

D'autre part, à des époques plus récentes, la glaciation a été plus intense encore qu'à l'époque actuelle.

De pareils changements de climat sont mal expliqués et plusieurs hypothèses ont été faites. Arrhénius a invoqué une augmentation de l'acide carbonique de l'atmosphère, d'autres, un déplacement des pôles, mais aucune de ces explications n'est satisfaisante.

(1) Puisque l'occasion s'en présente, il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler l'analogie qui existe dans l'apparence des reliefs polaires et des reliefs désertiques : dans les déserts un glacis d'alluvions noie tous les reliefs, comme la glace dans les régions polaires ; les sommets surgissent brusquement, comme des nunataks. Les grandes variations de température ont dans les déserts des effets d'érosion analogues à ceux que produit le gel (cailloux brisés, talus d'éboulis).

Digitized by Google

Les carburants de remplacement et la synthèse chimique

PAR

Edmond MARCOTTE

Ingénieur-conseil, Lauréat de l'Académie des Sciences.

La France, qui consomme plus d'un million d'hectolitres de combustibles liquides et de carburants, en achète au moins 900 000 hectolitres aux pays privilégiés, producteurs de pétrole (1) : Roumanie, Caucase, Mésopotamie, Perse, Indes néerlandaises, Japon, États-Unis d'Amérique et Mexique.

Les automobiles, les avions, les moteurs fixes, les moteurs marins, les fours industriels, le graissage, ainsi qu'un certain nombre d'appareils d'éclairage, s'alimentent ainsi à une source étrangère.

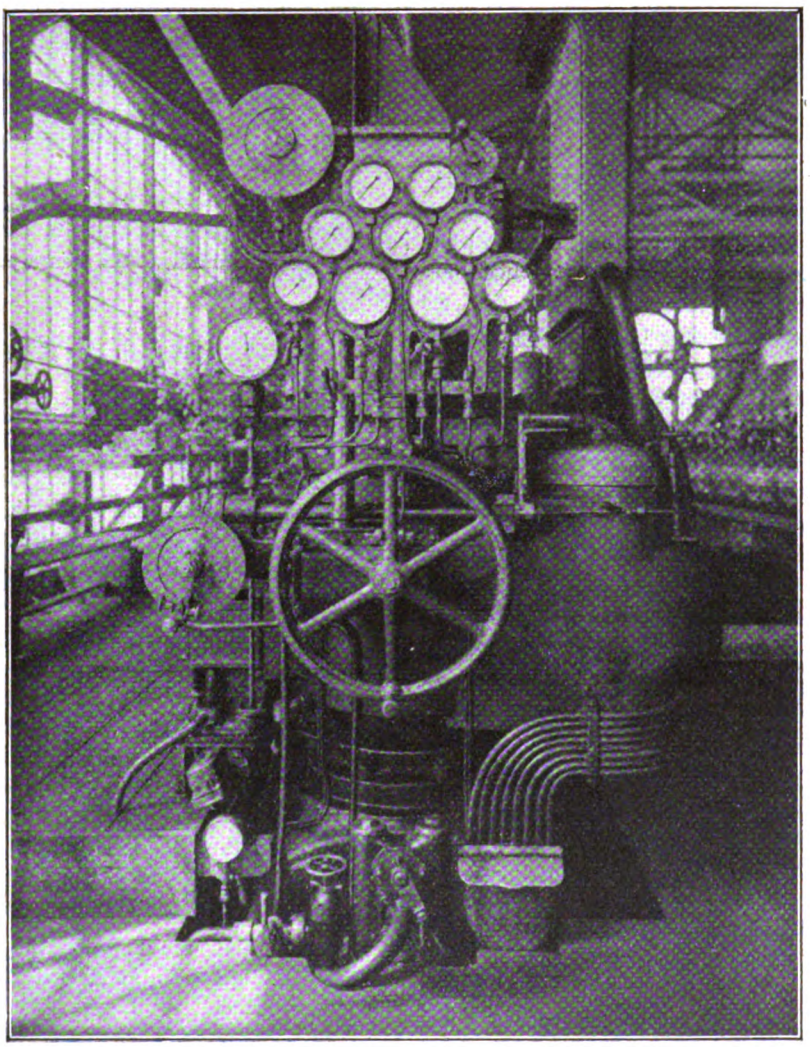


Fig. 1. — Poste de manœuvre d'un grand moteur Diesel moderne.

Cette situation présente pour nous un double inconvénient :

1° En temps de paix, nos achats alourdissent notre change ;

2° En temps de guerre, nous aurions les plus grandes difficultés à approvisionner notre armée, notre marine et nos industries.

Cela est d'autant plus grave que la consommation du pétrole dans le monde s'accroît avec une surprenante rapidité et que les réserves de pétrole pourraient, à un

(1) Production en 1925, en augmentation de 5 p. 100 sur l'année précédente : 1 milliard 64 millions 897.500 barils (de 159 litres ; on aurait la valeur en tonnes métriques en divisant par 7 environ, vu la densité).

Les États-Unis produisent à eux seuls les trois quarts de ce pétrole, le Mexique près d'un dixième et la Russie un vingtième. En se limitant aux pays exportateurs, on a :

États-Unis	755 852 000	barils.
Mexique	114 827 000	—
Russie	56 000 000	—
Perse	34 000 000	—
Indes Néerlandaises	22 000 000	barils.
Venezuela	21 000 000	—
Roumanie	16 500 000	—
Pérou	9 000 000	—
Indes anglaises	8 000 000	—
Pologne	6 000 000	—
Bornéo	5 500 000	—
Argentine	5 500 000	—
Trinidad	5 200 000	—
Japon	2 000 000	—
Égypte	1 200 000	—
Colombie	1 000 000	—

Digitized by Google

certain moment, être complètement absorbées par les pays pétrolifères.

La recherche des succédanés et des carburants de synthèse est donc un problème d'une brûlante actualité.

***

La résolution de ce problème est poursuivie depuis de la faillite, forcément retentissante, des folles tentatives. C'est ainsi, par exemple, qu'à la fin du Second Empire, alors que l'opinion publique s'intéressait vivement à la mise en valeur de nos gisements de lignite et de tourbe, des banquiers trop audacieux, pour ne pas dire plus, sont venus par un excès de zèle, une hâte inconciliable avec la lenteur des mises au point industrielles, retarder — et de beaucoup — le moment où cette richesse potentielle allait pou-

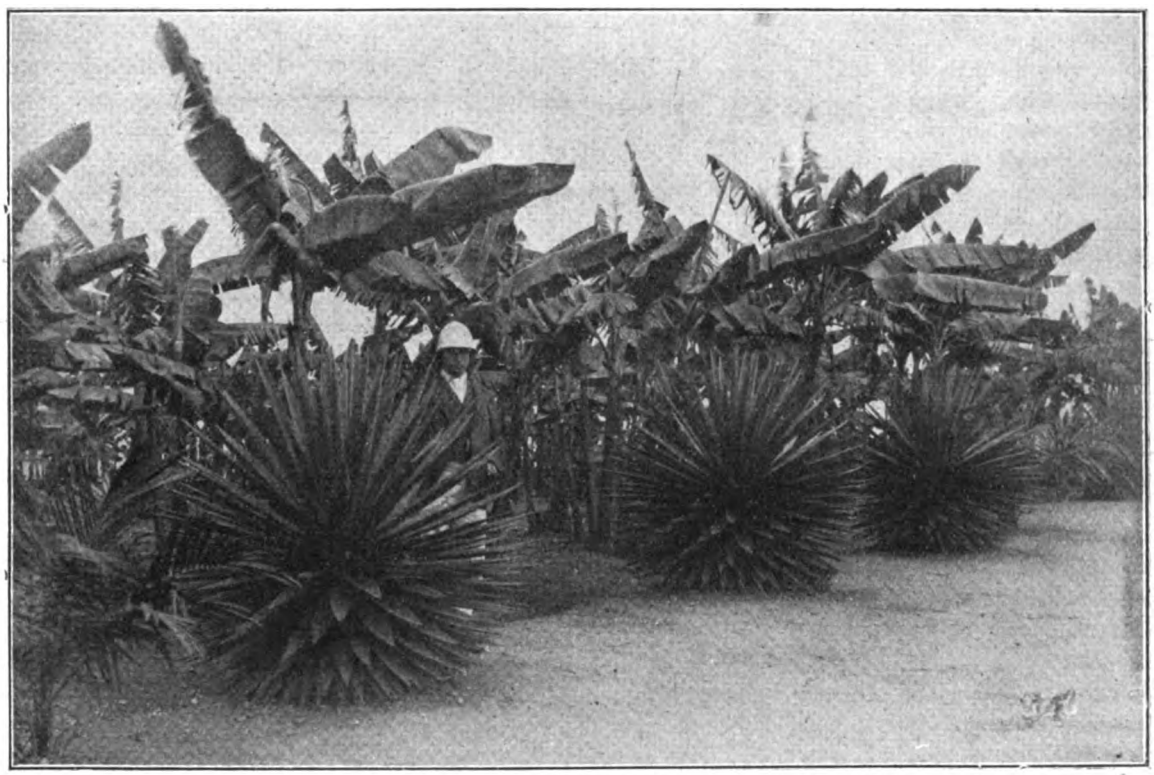


Fig. 2. — Plantes productrices d'alcool et de textile : Agaves et bananiers à Zambi.

un certain temps par un certain nombre d'organismes officiels et de sociétés savantes. Nombre d'inventeurs ont préconisé des procédés plus ou moins intéressants (1).

Certaines méthodes n'ont guère servi, jusqu'à présent, qu'au lancement, au moins prématuré, de sociétés d'exploitation. Il convient, d'une manière générale, de mettre en garde le public contre des promesses alléchantes impossibles à vérifier. Nous faisons cette restriction dans l'intérêt même des bonnes entreprises, qui auraient beaucoup à perdre voir servir. Il ne faut pas dissimuler, qu'aussi intéressantes que soient les entreprises ayant pour objet la fabrication des carburants de synthèse, le moment où les usines commencent à rémunérer les actionnaires est toujours plus ou moins éloigné de l'instant des souscriptions. Ce n'est qu'à la suite d'un travail, exigeant du talent, de la science et une longue patience, que l'on peut produire, en quantités industrielles, un carburant que l'on a vu couler des flacons du laboratoire ou des appareils dits semi-industriels.

Sous cette réserve, nous allons examiner successivement les sources possibles de carburants et de combustibles liquides en France et aux colonies. Bien qu'il s'agisse de produits dits synthétiques, il faut encore les extraire de matières premières existant en masses considérables, soit à l'état naturel, soit à la suite de transformations industrielles, en

(1) Voir l'article de M. Paul Marval dans la *Science Moderne* de novembre 1924.

La France suit avec 500.000 barils et l'Allemagne avec 480.000. La Russie n'est pas loin d'avoir retrouvé sa production d'avant-guerre. En trois ans, la Perse a presque vingtuplé sa production, le Venezuela quintuplé la sienne.

(N. D. L. R.)

Digitized by Google

divers points des territoires que nous possédons.

***

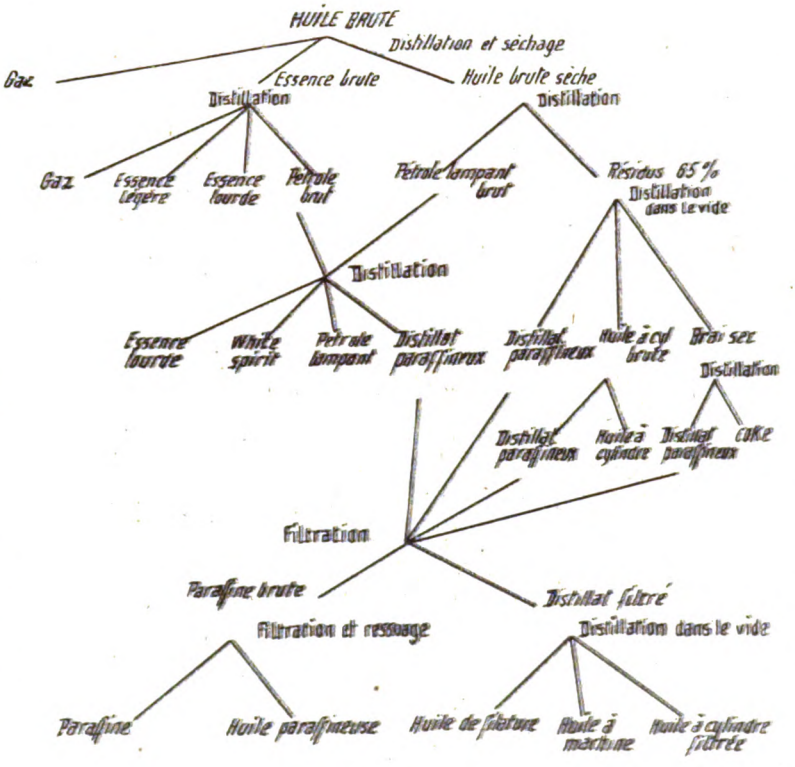
En tête des succédanés du pétrole, vient assurément l'alcool, que l'on peut obtenir par synthèse comme nous le verrons plus loin, mais qui peut avoir aussi une origine végétale. La culture des betteraves paraît avoir des avantages en agriculture si on la combine avec la culture du blé. On peut objecter cependant que l'alcool ne peut être obtenu ainsi en grandes quantités qu'aux dépens des aliments indispensables à l'homme ou aux animaux. Cette objection n'est pas sans valeur si l'on part des matières amylacées, mais si l'on emploie le parenchyme de certaines plantes fibreuses, telles que les agaves (fig. 2), on peut fabriquer simultanément de la fibre textile et de l'alcool, ce qui mettrait en valeur certaines terres incultes, notamment aux colonies.

***

La distillation des bois donne de l'alcool méthylique utilisable dans les moteurs et de l'acétone. Le bois et le charbon de bois peuvent d'ailleurs, à l'aide de gazogènes pratiques, alimenter les moteurs des voitures lourdes ; il faut penser cependant à la pénurie de bois, sauf si l'on peut utiliser ainsi des déchets.

***

La décomposition pyrogénée des charbons se fait depuis longtemps dans les usines à gaz. On obtient ainsi environ 5 p. 100 de goudron, d'où l'on extrait les benzines, phénols, toluènes, xylènes, carbures aromatiques qui peuvent fournir des combustibles liquides et des carburants (fig. 3), mais qui sont aussi utilisés dans la fabrication des colorants, des explosifs, des parfums et des produits pharmaceutiques. Le lavage des gaz de houille peut aussi fournir une certaine quantité de benzol.



RENDEMENT FINAL %

Gaz		0,2
Essence légère	0.700	4,3
Essence lourde	0.730	0,9
White spirit	0.760	1,3
Pétrole lampant	0.800	23
Huiles de filature	0.88	18,1
Huiles de machine	0.91	21,3
Huiles à cylindre	0.95	10,5
Paraffine		1,5
Coke		6,9
Pertes		12
		100 %

Fig. 3. — Tableau indiquant la production et le rendement de l'huile de pétrole brute en divers combustibles et carburants.

En modérant la température de distillation sèche du charbon, au-dessous de 600°, on obtient un goudron très différent du précédent, plus abondant et plus riche en carburants et en huiles. L'installation d'usines de carbonisation à basse température représenterait cependant l'immobilisation d'immenses capitaux (fig. 4).

Mais on pourrait utilement traiter de cette manière une assez grosse masse de lignite et tirer ainsi partie de gisements actuellement inexploités (1). De réserves abondantes existent certainement en France, car la prospection des lignites y a été peu poussée jusqu'à

(1) Cf. *Les lignites et leurs applications industrielles*. Gauthier Villars et Cie, éditeurs.

Digitized by Google

présent, en raison de la difficulté avec laquelle ces charbons peuvent être utilisés au chauffage. Il en serait tout autrement si la carbonisation à basse température de ces combustibles pouvait se généraliser. Par exemple, l'on considérait, en 1919, les mines de Laluque comme un très petit gisement. Des sondages méthodiques effectués dans un rayon très étendu autour d'une usine de séchage et de carbonisation (fig. 5) ont montré qu'une grande partie du département des Landes est minéralisée et pourrait devenir un centre important d'énergie. Il semble que l'on pourrait rencontrer, en d'autres points du territoire éloignés des frontières, des circonstances aussi favorables.

Le traitement direct des charbons par des dissolvants, benzine, phénol, etc., ne constitue jusqu'à présent qu'une étude intéressante de la constitution de ces minéraux. L'emploi de réactifs, chlorites, chlorates et acides n'a pas donné de résultats intéressants.

***

Si Marcellin Berthelot est arrivé aux combustibles liquides en hydrogénant la houille et le charbon de bois en tubes scellés au moyen de l'acide iodhydrique, il semble que la mise au point de ce procédé soit difficile. Nul encore ne s'en est approché, sauf Bergius qui opère avec de l'hydrogène à 450° sous 100 atmosphères. Le lignite et le charbon se transforment ainsi en un magma pâteux qui, par distillation, donne : en plus d'une petite quantité de gaz, un tiers de carburant, un tiers d'huile utilisable dans les moteurs Diesel, un tiers d'huile lourde et de brai. Cette fabrication entre seulement dans la phase semi-industrielle et l'on ne peut encore préjuger de son succès définitif.

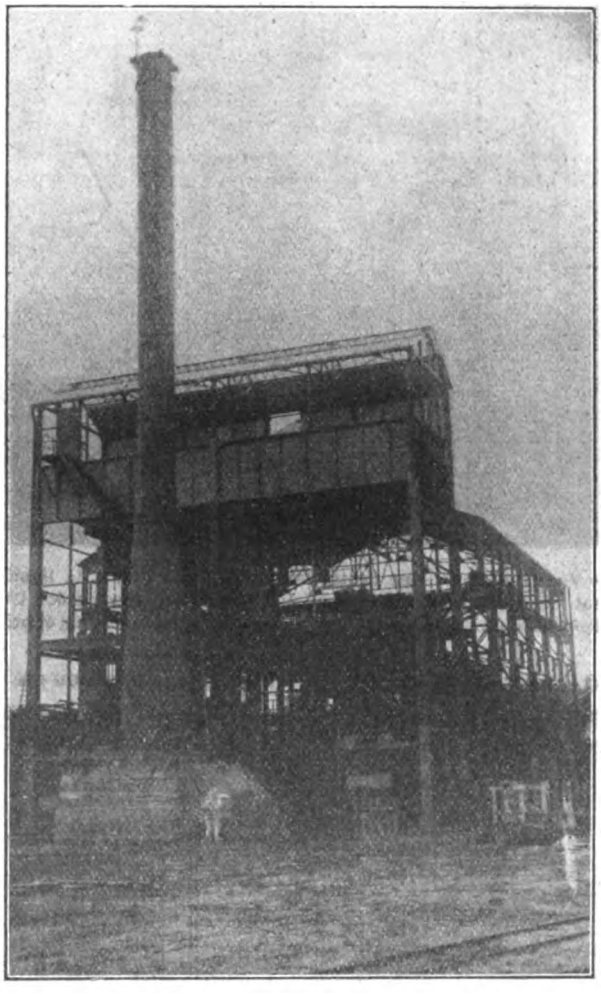


Fig. 4. — Un hall (en construction ; ossature tout en acier) de carbonisation à basse température, d'une capacité de 100 tonnes par jour.

***

Plus séduisante serait la méthode qui consiste à transformer le carbone en oxyde de carbone et hydrogène à l'aide de réactions classiques : on obtiendrait une gamme continue de mélanges à pourcentage variable d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

Il y aurait ainsi un résultat économique inimaginable : les fabrications d'ammoniaque synthétique pour l'agriculture absorberaient surtout l'hydrogène ; la préparation des carburants, surtout l'oxyde de carbone de tous les mélanges gazeux obtenus.

Or, ces mélanges que l'on produit déjà en quantité considérable sont généralement inutilisés.

C'est ainsi que l'électro-métallurgie fournit des torrents d'oxyde de carbone, que l'on pourrait additionner de gaz à l'eau pour produire économiquement tous les mélanges désirables. Les fermentations donnent du gaz carbonique transformable en oxyde de carbone. Des fours à coke, se dégagent en abondance des mélanges formés : pour moitié d'hydrogène ; pour un peu plus d'un quart de méthane ; pour 8 p. 100 d'oxyde de carbone ; le reste comprenant de l'azote, du gaz carbonique, etc.

Une tonne de houille donne 300 mètres cubes de ces gaz.

La production mondiale de la fonte, environ 650 millions de tonnes, exige la carbonisation de 85 millions de tonnes de houille donnant par conséquent *douze milliards cinq cents millions* de mètres cubes de gaz, dont la moitié seulement est consommée sur place pour le chauffage et la force motrice des usines de coke métallurgique ; *le reste, environ*

Digitized by Google

six millions de tonnes, est à la disposition de ceux qui veulent tenter la synthèse du pétrole.

***

Mais si nous disposons ainsi d'une énorme quantité de mélanges gazeux, cela ne peut guère nous avancer, tant que l'on ne sait accrocher convenablement leurs atomes ou leurs molécules pour constituer des produits utiles : engrais d'une part, carburants d'autre part.

Certes, il est facile, connaissant les masses disponibles, d'imaginer des combinaisons chimiques se traduisant par une série d'équations permettant de calculer les quantités de carburants et d'huiles combustibles dont nous disposerons... le jour où ces réactions pourront être couramment réalisées dans des appareils industriels.

Le savant doit donc se pencher sur ces équations et en faire le tri pour éliminer celles qui sont impossibles ou douteuses dans les conditions de température et de pression actuellement réalisables. Pour réaliser les autres, il faudra trouver le *catalyseur* qui favorisera l'évolution du mélange gazeux vers la réaction désirée.

***

C'est donc une tâche délicate, longue, hasardeuse, que la fabrication d'un carburant synthétique.

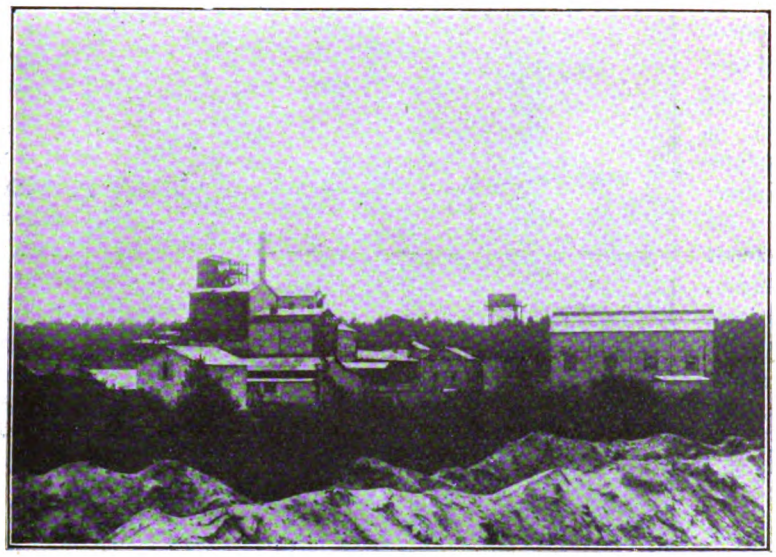


Fig. 5. — Vue extérieure d'une Centrale fonctionnant à l'huile de lignite. Dans le bâtiment de droite sont trois groupes Diesel-électrogènes de 600 CV alimentés par celle-ci et fournissant l'énergie à l'usine (séchage, carbonisation et briquetage).

Il faut, pour accrocher les molécules, employer des voies détournées.

Par exemple, nous pouvons écrire la relation

$$H^2 + CO = HCOH.$$

indiquant que l'on peut avoir du formol en combinant hydrogène et oxyde de carbone.

Directement, cela est impossible.

Sans doute, on peut commencer par une synthèse directe du methanol, corps plus compliqué, que l'on déshydrogènera ensuite. Mais on devra ainsi faire deux opérations, ce qui majorera le prix de revient.

Cet exemple montre un autre aspect de la question : le côté économique.

Il ne suffira pas, à la suite de recherches longuement poursuivies au laboratoire, d'établir une méthode opératoire conduisant au résultat désiré. Il faudra ensuite reporter sur le plan industriel ces diverses opérations, qui exigeront un matériel plus ou moins coûteux avec une certaine consommation d'énergie et de matières premières, estimer tous les frais sans rien omettre et voir si l'expérience en grand a des chances de réussir.

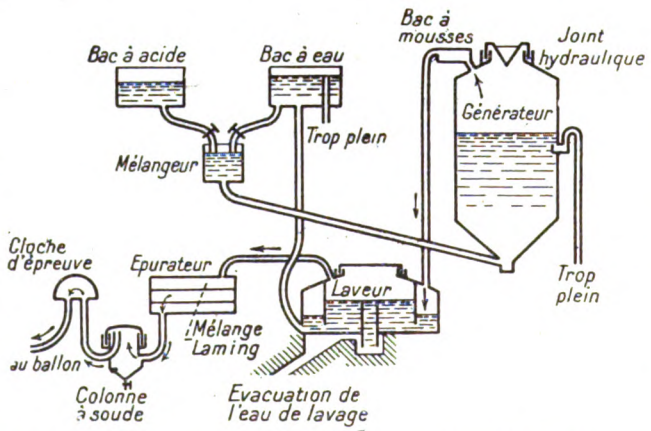


Fig. 6. — Le plus ancien procédé pour la préparation de l'hydrogène (par action d'un acide étendu sur le fer), perfectionné et rendu utilisable industriellement (appareil P. Baud).

Cependant, de nouvelles clartés sur les diverses réactions que peuvent favoriser les catalyseurs à haute température et à haute pression d'une part, à basse pression et à basse température d'autre part, permettent d'ores et déjà de réduire de beaucoup les tâtonnements.

Digitized by Google

***

Aussi malaisé qu'apparaît donc, *a priori*, le problème de la synthèse des carburants, il s'éclaire déjà de travaux scientifiques de la plus grande valeur (1) et comme nous venons de constater que les réserves gazeuses ne nous manquent pas, nous pouvons avoir bientôt l'heureuse fortune de voir s'accrocher à souhait les molécules des gaz que nous laissons se perdre dans l'atmosphère de nos villes industrielles.

***

Cette constatation est rassurante, mais en attendant, utilisons tout ce qui peut nous donner à bon compte des carburants et des combustibles liquides. Parmi les points les plus intéressants signalons : le développement de la culture des betteraves ; les plantations d'agaves aux colonies ; l'utilisation des déchets de bois dans des gazogènes ou pour la fabrication de l'alcool ; la mise en valeur des meilleurs gisements de lignites et leur pyrogénation à l'aide de fours convenablement établis, dont il existe maintenant plusieurs modèles ; généralisons le lavage des gaz pour l'extraction du benzol. Ce sont là des sources primaires mais certaines de carburants et de combustibles liquides, sources immédiatement exploitables.

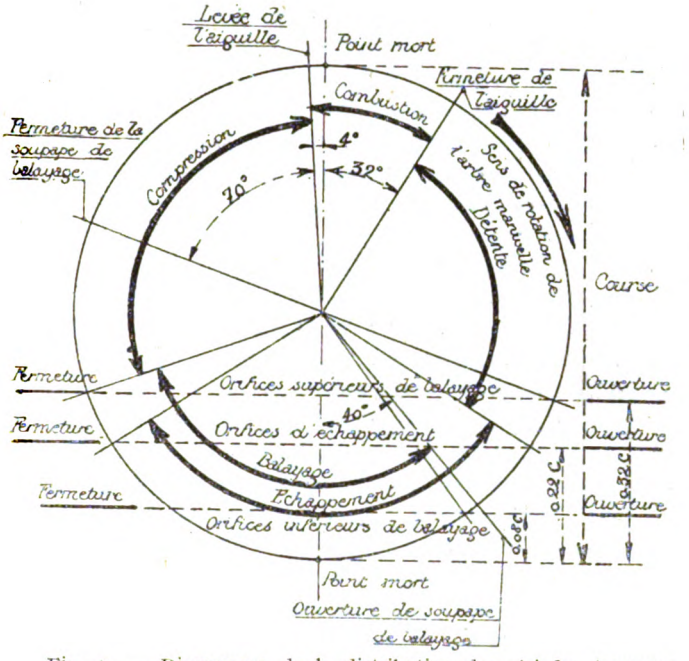


Fig. 7 — Diagramme de la distribution des périodes (compression, combustion, détente, balayage, échappement) dans un moteur Diesel à 2 temps.

(D'après M. DUMANOIS.)

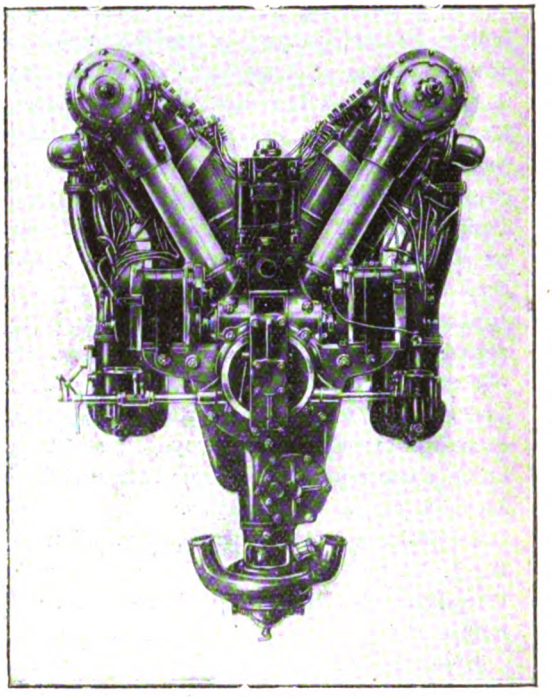


Fig. 8. — Moteur d'aviation 600 CV en V (Renault).

Nous aurons ainsi le temps de voir les fabrications synthétiques proprement dites devenir réellement industrielles, c'est-à-dire fournir en grandes quantités, en faisant des bénéfices, un carburant moins cher que l'essence, autant que possible.

***

Nous ajouterons que le problème des carburants a une autre face. On peut sans doute augmenter la masse des carburants de plus en plus indispensables à nos moteurs, mais il est possible aussi de diminuer la quantité nécessaire en augmentant le rendement de ces moteurs, ce qui est facile, et en diminuant le nombre des moteurs nécessaires par un aménagement hydro-électrique convenable. Les usines marémotrices sont à l'état embryonnaire, l'énergie du vent n'est pas sérieusement captée. Combien pourrait-on économiser de dollars si, seulement à Paris, toutes les voitures étaient électriques... Mais ne voulant pas sortir de notre sujet principal, nous nous proposons de développer plus tard ce dernier point de vue qui mérite bien un article spécial.

(1) Nous ne pouvons citer tous les savants qui ont apporté leur contribution à cette tâche ardue. M. Matignon, en analysant systématiquement les produits de la distillation d'un grand nombre de susbtances et en exprimant ensuite les conditions d'une synthèse quelconque, nous paraît mériter une mention particulière.

Digitized by Google

La Cure d'altitude en Agriculture

PAR

H. de VARIGNY

Il est bien connu, par expérience, que l'organisme humain trouve agrément et profit à quitter la ville pour un temps, et à respirer l'air de la campagne, de la montagne ou de la mer. Cela serait vrai aussi des plantes. Sans doute, déjà, elles sont à la campagne, pour la plupart, et il ne peut être question de procurer une villégiature aux malheureux arbres de Paris, et de leur offrir une saison au bord de la mer ou à la campagne. Mais la cure d'altitude est possible, dans certaines conditions et pour certaines espèces cultivées : non pas cultivées en pot, mais appartenant à la grande culture industrielle. Non seulement elle est possible, mais elle se pratique, et en grand, avec grand avantage par surcroît, ce qui peut étonner quand on considère que le voyage peut être de 500 ou de 1 000 kilomètres, et que l'altitude fortifiante est de 1 500 ou 1 800 mètres.

L'histoire est fort curieuse, et a été narrée par M. J. Costantin, le très distingué botaniste, à l'Académie des Sciences et à l'Académie d'Agriculture.

Dès la fin du XVIII^e^ siècle, on savait par expérience que la montagne constitue souvent un remède efficace contre la dégénérescence de la pomme de terre. Sans doute c'est en s'inspirant de cette remarque que plus récemment un savant hollandais, Soltwedel, a préconisé la création de pépinières de boutures de canne à sucre entre 300 et 600 mètres d'altitude pour lutter contre une maladie grave de cette plante, le Séreh, qui fit son apparition à Java, en 1882, peut-être dès 1875, atteignant la variété Chéribon, la plus cultivée dans l'île. Pour réussir la culture alpestre, d'après l'expérience de Soltwedel, il fallait récolter la canne à demi mûre en décembre ou janvier : la plantation avait été faite en juillet. Procédé purement empirique, dit M. Costantin ; mais il réussissait, et cela suffisait pour qu'on l'adoptât, sans chercher la raison de son succès.

C'est en 1889 que Soltwedel décrivit sa méthode, et treize ans après, en 1902, la culture des boutures alpestres avait pris une grande extension. Chaque année sur les hauteurs on produisait 125 millions de kilogrammes de boutures pour culture en plaine, à 500 et 1 000 kilomètres de distance, ce qui devait coûter de l'argent.

Actuellement, la méthode a été compliquée en ce fait que la cure se fait en trois étapes. Pendant six mois, de juillet à janvier, les boutures sont élevées à 1 500 ou 1 800 mètres ; on récolte à demi-maturité et on transporte à un niveau plus bas, entre 600 et 750 mètres, puis plus bas encore à 300 mètres; après quoi se fait la culture définitive en plaine où la plante régénérée par cette cure d'altitude peut être conservée quatre ou six ans sans que le mal l'atteigne, parfois plus longtemps : mais cela a lieu rarement. Observons en passant que pour empêcher la contamination par un champignon nuisible, il faut une désinfection des boutures, ce qui en augmente le prix de revient. Il y a vingt-cinq ans déjà, le traitement était largement employé, et malgré les frais, les planteurs s'en trouvaient bien.

Certains toutefois cherchèrent mieux, et le proverbe assure que le mieux est l'ennemi du bien. Donc on chercha à affranchir les planteurs du tribut qu'ils payaient aux pépiniéristes et au chemin de fer en ayant recours à des hybrides ou en essayant de mettre la main sur des variétés résistantes. Car la nature fournit parfois des souches ayant une résistance particulière, qui ne prennent point une maladie déterminée. On introduisit donc à Java de nombreuses variétés en provenance des régions où le Séreh était connu. Mais presque toutes, à Java, s'empressèrent de prendre le mal. Toutes, sauf une, une variété du Nord de l'Inde, des premiers contreforts de l'Himalaya, portant le nom de Chunnie. Celle-ci présenta une résistance remarquable. Mais sa tige est si mince que la valeur industrielle en est presque nulle.

Les planteurs imaginèrent alors — sans bien grand effort cérébral, d'ailleurs — de croiser cette espèce très résistante avec la race de Chéribon. Si l'hybride voulait bien réunir la résistance de l'une des souches, et la grosseur de tige de l'autre, il y avait moyen de s'arranger, et le but était atteint par voie détournée.

Le fut-il? Dans une certaine mesure. Seulement le climat de plaine éprouva la souche Chunnie.

Cette dernière est montagnarde, son port grêle est celui d'une herbe, ne rappelant en rien celui des cannes géantes de Java ; elle a l'habitude du froid, même de la gelée. Elle a la vigueur, la rusticité, et l'hybride présente des caractères qui n'existent pas chez la canne de Java, une dégénérée, un produit du climat équatorial. Cette rusticité, toutefois, l'hybride Chunnie-Chéribon ne la possède qu'en partie. Et l'infusion de sang Chunnie, si l'on ose dire, ne dispense pas de la nécessité d'une cure d'altitude, L'expérience a montré que, tous les six ans au plus,

Digitized by Google

il faut un retour à la montagne. Ce retour était déjà nécessaire au Chéribon ; il reste nécessaire à l'hybride qui est affaibli par son hérédité Chéribon. Et il reste nécessaire aussi en raison de l'hérédité Chunnie ; car le climat de plaine affaiblit le type résistant de montagne. Le bâtard a donc besoin de cure d'altitude, lui aussi : doublement, en tant que réunissant les hérédités d'une variété dégénérée de plaine, et d'une variété de montagne qui perd sa résistance dans les terres basses.

La fabrication d'hybrides a été poussée fort loin, et, en somme, à Java, la presque totalité des plantations consiste en hybrides (de 95 à 99 p. 100 de la surface plantée). Autant dire que toute la surface consacrée à la canne est plantée en hybrides spécialement fabriqués en vue de la lutte contre le Séreh. Et tous ces hybrides ont besoin de la cure d'altitude.

On a bien essayé de se passer de celle-ci, qui coûte cher. Ainsi, en 1925, pour un des hybrides on a voulu faire l'économie du séjour en montagne. Le résultat ne s'est pas fait attendre. Aussitôt le Séreh s'est abattu sur lui, agressif et inquiétant. On a, dit M. Costantin, trouvé de 20 à 60 p. 100 des pieds malades en plaine, au lieu de 1,5 au plus en montagne. La leçon est claire. Il faut absolument continuer à pratiquer la cure d'altitude. C'est elle qui a sauvé Java d'une catastrophe financière. Java est parmi les grands centres de production de sucre de canne, parce qu'on y a organisé la lutte contre le Séreh, et que le remède pratique adopté y a fait ses preuves. Voici trente-huit ans qu'il est appliqué, industriellement, et que la cure d'altitude s'est révélée efficace. Elle est suffisante, et nécessaire. Avec tout cela on ignore toujours ce que c'est que le Séreh. Ce mal reste mystérieux et méconnu. Mais on sait comment le combattre, et actuellement le traitement montagnard renforcé est établi. Une culture à 1 500 ou 1 800 mètres, une seconde entre 600 et 750 mètres, une troisième à 300 mètres, et c'est seulement après ces trois étapes que l'on cultive en plaine, où l'immunité se maintient pendant quatre ou six ans.

Il est assez curieux que les faits que publie M. Costantin n'aient pas été signalés par les Hollandais. Ceux-ci les tiennent sous le boisseau et ils y seraient encore sans l'enquête qu'a faite un Américain à Java en 1921, et qui a révélé à celui-ci une méthode que les intéressés ont préféré ne pas divulguer, sans doute par préoccupation commerciale.

A la vérité, ce silence a été profitable à l'industrie sucrière de Java. Il a permis à la colonie hollandaise d'accroître notablement sa production alors que la ruine semblait imminente. En 1893 la surface plantée en canne était de 52 000 hectares, en 1914 elle était de 148 000 ; d'autre part le produit de sucre à l'hectare s'est accru, passant de 7 055 kilos en 1894 à 10 792 en 1911.

***

On se demandera, sans doute, comment agit la cure d'altitude. Cela est difficile à découvrir, car la nature du Séreh échappe encore. On a attribué le mal à des bactéries, à des champignons, à des nématodes, mais, comme le disait de Vries il y a vingt-cinq ans, la cause actuelle reste obscure. L'essentiel est évidemment de pouvoir la combattre. Philosophiquement on peut regretter de ne pas en savoir davantage, mais pratiquement on en sait assez.

Et ce savoir a son utilité. Car le cas de la canne à sucre n'est pas isolé. Il y a beaucoup de plantes industrielles atteintes de maladies plus ou moins mystérieuses. Peut-être la méthode employée pour la canne leur conviendrait-elle aussi. Et justement une maladie de la canne, voisine du Séreh, est caractérisée par une nécrose libérienne. Or l'enroulement de la pomme de terre est aussi une maladie libérienne. Et dès lors on peut se demander si la méthode qui convient contre la maladie de la canne à sucre ne conviendrait pas contre les maladies de la dégénérescence de la pomme de terre, ce qui présenterait un grand intérêt pour l'agriculture. A vrai dire, c'est là ce qui amène M. J. Costantin à faire connaître les faits relatifs à la canne à sucre, qui précèdent. Il pense que la cure d'altitude pourrait faire du bien à la pomme de terre.

Il y a, d'après Quanjer qui a spécialement étudié la question, des analogies entre le Séreh et les maladies de la dégénérescence. M. G. Marchal a même voulu identifier la mosaïque de la canne (maladie de la dégénérescence) avec le Séreh.

M. J. Costantin essaie donc d'esquisser une théorie de la cure d'altitude, et en même temps de montrer que celle-ci conviendrait à la pomme de terre. A l'état sauvage, cette dernière habite les Indes à 4.000 mètres d'altitude. Cultivée en Algérie elle dégénère la deuxième année : sous l'Equateur, immédiatement. Et que faut-il faire quand la plante a dégénéré en Algérie après une année de culture? Lui rendre la rusticité qu'elle a perdue en la transportant dans le Nord, en France et en Hollande. La pomme de terre est une plante d'altitude, et dit M. Costantin, « il est étonnant que l'on n'ait pas songé plus tôt systématiquement que la vie alpestre doit être efficace, de façon à faire de la cure d'altitude une technique agricole pour combattre la dégénérescence ».

Si ce traitement s'est montré si efficace pour la canne à sucre, c'est sans doute que le climat des hauteurs lui convient particulièrement. Et il doit

Digitized by Google

convenir encore plus à la pomme de terre qui serait originaire de celles-ci.

D'après M. Costantin, il y a lieu de tenir compte d'un autre facteur. La canne à sucre et la pomme de terre possèdent des mycorhizes. Pour cette dernière on les observe chez la plante des Andes, chez le *Solanum Magha*. Or par la multiplication par tubercules en culture elle perd ses champignons de racines, et pourtant la plante cultivée a des tubercules énormes. A quoi cela tient-il? Pour M. J. Costantin, de l'hérédité acquise entre en jeu : « Les tubercules se forment bien que l'agent qui les fait normalement apparaître soit absent ». Quelque agent extérieur intervient qui se substitue aux mycorhizes : les tubercules se forment malgré l'absence de l'agent qui les fait normalement apparaître. Parallèlement un réflexe, chez l'animal, qui est d'abord dû à l'ingestion de nourriture se produit, ultérieurement par la vue de celle-ci, par l'apparition d'une écuelle, par un geste suggérant l'idée d'aliments. Quel peut être l'agent extérieur qui agit comme feraient les mycorhizes ? Est-ce le froid, la pression osmotique encore comme sembleraient l'indiquer les expériences de Noël Bernard sur les germinations asymbiotiques, et sur la production des tubercules aériens de la pomme de terre? Serait-ce un autre champignon que celui des mycorhizes? D'après les expériences de Noël Bernard et de Jumelle, un *Fusarium* pourrait agir comme fait ce dernier. Après tout, les phénomènes de la segmentation de l'œuf peuvent être mis en train par une solution chimique employée à la place de spermatozoïdes.

La perte des mycorhizes que l'on observe chez les pommes de terre de culture, on la constate aussi chez la canne à sucre. Le bouturage des tiges fait perdre les mycorhizes. Les champignons des racines des plantes alpestres ont une grande importance d'après les recherches de MM. J. Costantin et Magrou.

Sur ce point on consultera avec avantage une récente étude de M. Costantin sur le germe *Lycopodium*, étude où il discerne et montre le caractère franchement montagnard de tout ce genre, qui a joué un rôle si grand dans l'édification par Treub de la théorie de la symbiose. « On ne soupçonne pas, dit-il, en lisant les beaux mémoires de ce savant, que les caractères qu'il a trouvés chez les espèces javanaises équatoriales découlent de leur origine montagnarde ».

Il faut considérer une plante asymbiotique non comme une plante malade, pas même comme une plante monstrueuse : c'est une plante anormale, du fait que les mycorhizes manquent, les mycorhizes qui dans les conditions naturelles, sont toujours présentes, et font partie de l'ordre naturel des choses. Assurément la plante peut vivre et évoluer un certain temps sans mycorhizes. Une sorte d'habitude, de souvenir, d'élan héréditaire, peut suffire pendant un temps, et remplacer celles-ci. Mais non d'une façon continue, surtout si la plante est cultivée dans un milieu inusité, anormal, peut-être pas spécialement défavorable, mais pas spécialement favorable non plus. Dans ce dernier cas, si les conditions physico-chimiques ambiantes ne remplacent pas en quelque sorte le facteur mycorhizien, n'agissent pas dans le même sens que lui, des troubles se produisent, des anomalies qui peuvent être désastreuses. Par exemple, on verra la croissance s'arrêter au stade végétatif, on verra *Psilotum* rester indéfiniment sans sperange, des orchidées de serre tarder indéfiniment à fleurir, restant trente ans stériles, etc. La plante asymbiotique peut finir par être ébranlée par des causes diverses : par un changement de climat trop considérable (exemple : la pomme de terre cultivée en Algérie ou sous l'Equateur), par des atteintes diverses — les piqûres d'un puceron —, par la sécheresse qui tua les mycorhizes. Dans ces conditions elle dégénérera, et périra. Elle sera atteinte de dégénérescence. « Le seul remède, dit J. Costantin, c'est la cure d'altitude, le traitement alpestre ».

C'est pourquoi le savant botaniste conseille d'entamer la lutte contre la dégénérescence de la pomme de terre par la même méthode. Et vite, car cela presse. On remarquera que si la question a un très grand intérêt pratique et économique, elle présente un côté philosophique et biologique aussi, fort important, en montrant l'importance de la symbiose.

Digitized by Google

Les industries primitives
Leur répartition et leur date (I)

PAR

MM. les abbés A. et J. BOUYSSONIE

Le Préchelléen

Où a-t-on trouvé des restes de l'industrie humaine la plus ancienne, celle que l'on a nommée *préchelléenne?* Nous allons le déterminer dans les grandes lignes, en partant de la région occidentale de l'Europe, de la limite imposée par l'Océan ; nous descendrons jusqu'en Afrique du Nord pour aller vers l'Orient. Sans doute, les Préchelléens ont suivi un chemin inverse de celui que nous allons ainsi parcourir.

Commençons par les découvertes faites en Angleterre, extrémité nord-ouest du continent de cette époque. L'abbé Breuil, qui a soigneusement étudié la question, et s'est rendu sur place pour reconnaître les lieux et les objets trouvés, a bien voulu nous communiquer ses observations.

Près de Cromer (Norfolk), sur la côte orientale de l'Angleterre, à quelque 200 kilomètres au nord-nord-est de Londres, se dresse une falaise de 80 à 100 pieds, qui constitue une coupe géologique naturelle extrêmement intéressante (fig. 1). On y voit, sous la terre végétale, des couches d'origine glaciaire : l'une aux éléments fortement remaniés et contournés, l'autre plutôt argileuse, et contenant des cailloux d'un porphyre spécial venu certainement de Norvège. Au-dessous, un niveau, moins épais, dépôt d'estuaire, est riche en flore et faune indiquant un climat chaud, avec formes anciennes (éléphant méridional et autres, rhinocéros étrusque, cheval de Sténon, puis hippopotame, ours, bovidés, cervidés, etc.) : c'est le Forest-bed, dont quelques géologues (M. Boule) font la transition du tertiaire au quaternaire. A la base de cette couche, juste au-dessus d'une formation froide, dite Weybourne crag, ont été recueillis quelques éclats de silex ; mais il y a mieux. Cette couche de crag est plutôt mince, et repose sur le Stone-bed, niveau à gros cailloux anguleux appartenant nettement à une formation glaciaire plus ancienne. Or, quand la mer est très basse, elle laisse voir sur la plage un affleurement de ce Stone-bed. Là, en surface, M. Reid Moir a constaté l'existence, sur une surface limitée (100 sur 150 mètres environ), d'un grand nombre d'éclats de silex, à patine ocreuse, d'ailleurs à peine roulés. Avant la formation du Forest-bed, les cailloux de silex du Stone-bed étaient une première fois accessibles, et auraient servi de matière première : l'on serait ainsi en présence d'un véritable atelier de fabrication d'éclats de silex, le plus ancien connu certainement. On ne conçoit pas facilement que des agents naturels aient pu fabriquer ces éclats, et sur un espace ainsi restreint ; il ne paraît pas que ces silex taillés soient tombés du haut de la falaise. Il resterait donc qu'à la limite de l'ère tertiaire et de l'ère quaternaire, des Préchelléens auraient taillé des silex. Des formations glaciaires importantes sont venues, recouvrant le tout, et le protégeant. Puis la mer, il y a seulement un siècle environ, a remis les choses à découvert, après avoir balayé la falaise.

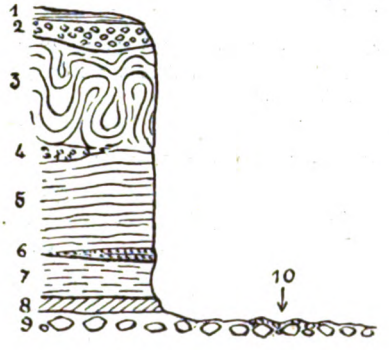


Fig. 1. — Coupe schématique de la falaise de Cromer (Angleterre), d'après l'abbé Breuil.

1. Dépôt de la dernière glaciation. — 2, Gravier anguleux, avec acheuléen. — 3. « Contorted-drift », argile glacière plissée. — 4, Gravier (correspondrait à un interglaciaire). — 5, « Till » ou argile glaciaire erratique avec chelléen, dérivé, à la base. — 6, Couche à coquilles de climat glacial. — 7, « Forest-bed », faune et flore de climat tempéré, avec éclats de silex (serait la limite inférieure du quaternaire). — 8, « Weybourn Crag », dépôt marin, froid. — 9, « Stone bed », dépôt, avec blocs de silex naturels. — 10, Atelier préchelléen, sur la plage.

Il est d'ailleurs bien probable qu'il y a en Angleterre d'autres restes de la même industrie : ainsi les échantillons très frustes qui accompagnent le squelette de Piltdown ; les percuteurs (en quartzite), nucléi, éclats, silex brûlés des couches déposées par les eaux de fusion de glacier, ou par le glacier lui-même, sur le Red Crag, à Ipswich.

Digitized by Google

Le « strépyien » et une partie du « mesvinien » de M. Rutot, quoique éolithiques, peuvent contenir des pièces travaillées réellement, qui seraient donc à ranger dans le préchelléen de Belgique.

Avant de descendre dans le Midi, faisons un tour sur le Rhin. M. R. Forrer, conservateur du Musée de Strasbourg, a découvert, près de Burbach (Basse-Alsace), entre des rochers qui pouvaient servir de parois à des abris, à 7 mètres de profondeur, des pierres calcaires, plus ou moins amygdaloïdes de forme, constituant des instruments très primitifs. Ce sont des blocs naturels ou à peine dégrossis, qui portent des traces d'utilisation. Il y a des os qui paraissent avoir servi aussi, en particulier des dents d'animaux. Cette industrie extrêmement grossière et rudimentaire, si tant est que ce soit une industrie, est accompagnée des débris d'une faune qui a la plus grande analogie avec celle du Forest-Bed : on peut donc rapporter le tout à la même date.

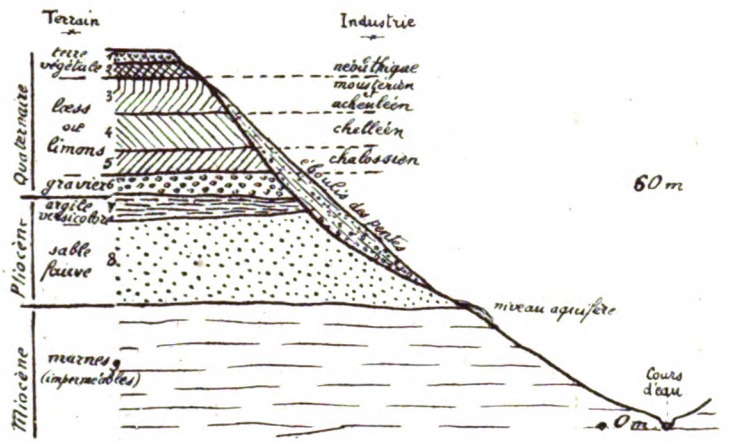


Fig. 2. — Coupe schématique d'une colline de la Chalosse, près Montsoué (d'après M. Dubalen). L'épaisseur des limons est exagérée. L'Adour coule à 40 mètres au-dessus de la mer.

Nous franchissons la Seine et la Loire, où jusqu'ici rien de caractéristique en fait de pierre taillée de cette époque n'a été reconnu, pour arriver sur les bords de la Charente. Là les gravières de Tilloux (près Cognac) ont fourni, voilà déjà plus de trente ans, un ensemble important de silex taillés et de faune bien conservée. Cette faune comprend un éléphant qui tient du méridional (le plus ancien) et de l'antique (qui lui a succédé chez nous), et d'autres espèces indiquant un climat nettement chaud ; mais il y a aussi du mammouth... Par ailleurs, l'outillage en silex comprend des pièces très frustes qui paraissent devoir être rapportées au Préchelléen ; il y a aussi de très beaux « coup-de-poing » chelléens ; et le Dr Capitan estime qu'il y a aussi de l'Acheuléen. Ce gisement est donc complexe mais reste important.

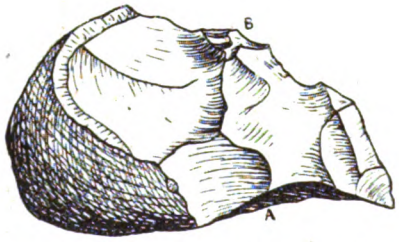


Fig. 3. — Instrument chalossien, d'après M. Dubalen. (Suivant A B, la section est un triangle équilatéral).

Près des Eyzies, à la base de la station préhistorique de la Micoque, M. Peyrony a mis en lumière une industrie grossière, plutôt atypique, avec des pièces anguleuses, souvent pointues ; une faune de température douce l'accompagne ; ce serait donc soit du Chelléen très primitif, soit du Préchelléen.

Une découverte plus caractérisée, et de grand intérêt, est l'œuvre de M. Dubalen. Avec son collaborateur assidu M. Lummau, il a déterminé, sur les plateaux de la Chalosse, au sud de la rive gauche de l'Adour, l'existence d'un horizon industriel nouveau, qu'il désigne sous le nom de Chalossien. Ici, ce n'est plus la faune, malheureusement disparue, qui guidera, mais la position stratigraphique (fig. 2).

Les collines de Saint-Sever et des environs sont constituées des formations suivantes : à la base sables et grès fauves (pliocène inférieur) ; puis argiles versicolores (pliocène) ; ensuite graviers représentant la terrasse alluviale de 60 mètres au-dessus du niveau actuel de l'Adour et qui date d'une grande glaciation ; enfin couche épaisse de limons déposés sur le cailloutis. C'est au sein de ce limon, bien en place et non remanié, que se trouvent des industries de silex, en superposition. Immédiatement sous la terre végétale, on peut recueillir, dans une épaisseur qui peut atteindre un mètre, du moustérien et de l'acheuléen ; au-dessous, du chelléen, dans une couche épaisse de 30 à 50 centimètres ; enfin, dans la base (15 à 20 centimètres), le préchelléen ou chalossien. Les fabricants de ces dernières industries avaient sûrement des campements, peut-être des cabanes ; on les trouve en effet localisées au voisinage des sources et du calcaire sénonien à silex, sur des espaces restreints et bien délimités.

L'outil ou instrument qui caractérise le Chalos-

Digitized by Google

sien est une sorte de bloc de pierre dure taillé, non pas en amande sur deux faces, mais sur trois faces, et affectant la forme d'un solide trièdre (fig. 3).

Une des faces est à peu près plane ; les deux autres sont produites par de larges éclatements, obtenus à partir de la face plane ; les arêtes portent parfois des retouches plus soignées. Le trièdre, ou pyramide triangulaire, ainsi obtenu est plutôt effilé et se termine en pointe aiguë. L'extrémité opposée reste globuleuse, ou ses contours sont émoussés, sans doute pour la prendre en main. Avec ces instruments, qu'on pourrait comparer à une sorte de carène pointue, il y a de grands éclats, et des lames à bords utilisés ou même retouchés avec soin et habilement ; cette retouche a enlevé plutôt des lamelles que des esquilles ou écailles ; jamais il ne se trouve de bifaces amygdaloïdes dans cette couche de limons.

D'ailleurs ces silex (le quartzite a bien été employé aussi, mais plus rarement) sont profondément altérés, rubéfiés, et rendus plus légers, surtout quand ils ont été au contact des sables fauves.

Cette industrie, nettement spéciale et distincte du Chelléen, lui est aussi antérieure : c'est établi par la stratigraphie. Les fabricants sont venus en Chalosse après le remblaiement, qui a atteint 60 mètres au-dessus du thalweg actuel ; et, probablement, quand cette terrasse commençait à être entamée par les eaux, ou même, sur certains points, était déjà complètement emportée. (D'après MM. Mayet et Depéret, cela correspondrait à l'interglaciaire Mindel-Riss). Toutefois, un régime sec ne tarda pas à s'établir, puisque le dépôt de limon paraît dû à une action éolienne.

Le Chalossien n'est pas seulement une industrie locale. On a reconnu des pièces fort semblables venant de la Somme ; d'autres, de l'Espagne. M. Passemard en a trouvé, en surface de très vieilles alluvions, près de Rabat, au Maroc. Mais franchissons, sans nous y arrêter pour le moment, l'Algérie et Tripoli, où le Chalossien est encore inconnu, mais doit exister ; nous arrivons en Egypte. Là, il est vraiment remarquable de rencontrer une industrie absolument analogue. Le R. P. Bovier-Lapierre S. J., l'a signalée, il y a un an à peine, à M. Boule ; et ce dernier a publié la lettre du R. P. dans l'*Anthropologie* (T. XXXV, p. 37).

Le Caire est bâti sur une plaine de limons recouvrant des alluvions de graviers et de sables, sous lesquelles plongent les couches de calcaire éocène qui forment les collines vers l'Est. Or, en examinant les exploitations de graviers, le P. Bovier-Lapierre a relevé la coupe suivante : en surface, et sous quelques centimètres, atelier classique de Moustérien, en place ; au-dessous, dans les graviers, la succession suivante : Acheuléen dégénéré (petite taille), Acheuléen typique, Chelléen, et plus bas, vers 10 mètres de profondeur, des pointes trièdres, en silex et en grès quartziteux ; enfin, de grands éclats éolithiques et du sable stérile. Tous ces silex des graviers, pièces typiques et nombreux éclats divers, utilisés, ont une patine cireuse et lustrée, caractéristique ; tous sont plus ou moins roulés ce qui dénote qu'ils ont été transportés par les eaux, et, comme on dit, dérivés.

Il n'en demeure pas moins qu'il y a du Chalossien en Basse-Egypte Malheureusement, la faune, là aussi, manque à peu près complètement.

Ces « coups-de-poings » d'un modèle particulier, de forme pyramidale à trois pans et allongée, avaient frappé le R. P., d'autant plus qu'il en avait recueilli d'analogues bien plus loin encore, au voisinage de Beyrouth. Mais les recherches pour trouver, en place, le Préchelléen ou Chalossien, au voisinage du Caire, sont restées jusqu'ici sans résultat.

Chelléen, Acheuléen, Moustérien.

Etudions maintenant la répartition, autour du bassin méditerranéen, des trois périodes classiques du paléolithique inférieur.

1° En France, Belgique et Angleterre.

Il est tout indiqué de commencer par la station même qui a donné son nom au *chelléen*. Au voisinage de Chelles (Seine-et-Marne), sur les bords de la Marne, peu avant son confluent avec la Seine, subsiste un témoin de terrasse alluviale. Les graviers de base sont à peine au-dessus du niveau de la rivière, et en général peu visibles ; mais, séparés des premiers par une couche d'argile, les graviers supérieurs en exploitation fournissent une coupe très claire, de 8 mètres environ d'épaisseur. Il y a, d'abord, une couche plutôt blanche, dont la partie supérieure est fortement cimentée de calcaire (calcin) ; puis, une couche plutôt rouge, qui entame ou même ravine la précédente. Le tout est couronné d'un dépôt limoneux (fig. 4).

C'est dans le gravier blanc, et au-dessous, que se trouve le *chelléen* typique, représenté par de nombreux bifaces, grossièrement taillés, et par de multiples « outils de fortune », souvent simples éclats naturels utilisés. Seulement toutes ces pièces ont leurs arêtes usées, ayant été roulées ; elles sont là à l'état dérivé. Dans les mêmes sables blancs se trouvent aussi, mais en parfait état de conservation, et donc en place, des bifaces et autres spécimens de l'*acheuléen* moyen : leurs fabricants fréquentaient les bords de la Marne au moment du dépôt de ces

Digitized by Google

alluvions. Parmi les animaux qui vivaient dans les mêmes parages, on a reconnu l'*éléphant antique*, ce qui indique un climat plutôt chaud.

Remarquons, en passant, cette singularité : Chelles ne contient pas de chelléen *in situ* ; pour en trouver, il faut aller à Saint-Acheul ; en revanche, il a fourni du bel acheuléen. Mais les dénominations introduites par G. de Mortillet sont trop généralement adoptées, pour proposer d'intervertir les noms, comme l'a fait remarquer M. Mayet.

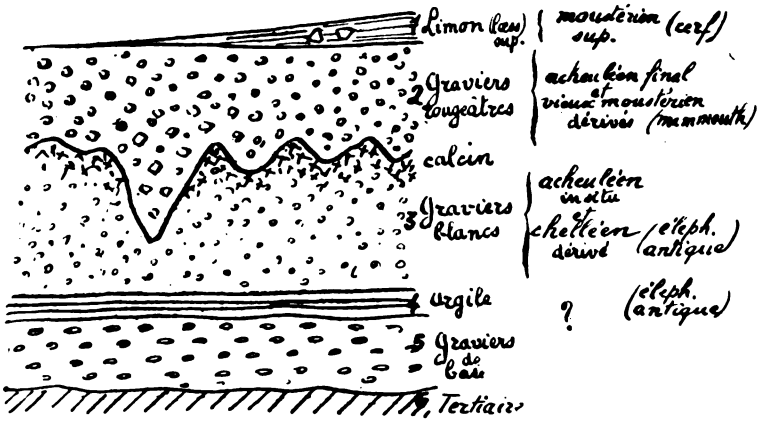


Fig. 4. — Coupe schématique de la ballastière de Chelles, d'après l'abbé Breuil.

Dans les sables et graviers rougeâtres, on trouve des pièces de l'acheuléen final et du moustérien ancien, avec, comme faune, du mammouth. Le tout est plus ou moins roulé, et donc a été transporté là, par de violents courants qui avaient démoli des dépôts, effectués pendant un climat froid. Enfin, en période calme, s'est formée la couche supérieure de limon, qui correspond certainement au lœss récent, avec industrie et faune du moustérien supérieur, bien en place.

En dehors de Chelles et Saint-Acheul (ce dernier étudié dans la *Science Moderne* de mai 1926), le chelléen a été trouvé en bien d'autres points des régions de plaines et plateaux peu élevés. Il est plutôt rare dans le couloir Rhône-Saône, et absent dans les montagnes.

Il semble qu'il soit remonté du Sud-Ouest vers es pays-bas du Nord. Nous l'avons vu, en place, sur le préchelléen de la Chalosse (fig. 2). On l'a trouvé aussi dans les terrasses glaciaires de la Garonne ; et ceci mérite qu'on s'y arrête. La coupe que nous avions donnée (mai 1925) des terrasses alluviales de la Garonne se trouve un peu incomplète. MM. Déperet et Mayet intercalent un dépôt à 30-40 mètres, démantelé par érosion dans la vallée principale, resté visible dans les vallées de la Neste, de l'Ariège, etc.

Nous trouvons alors (fig. 5) en contrebas de cailloutis culminants : 1° une terrasse d'alluvions dominant de 150-170 mètres la rivière actuelle ; 2° une autre terrasse à 100 mètres environ (haut niveau de MM. Denizot et Mengaud), dans laquelle les galets calcaires ont disparu, par usure ; ceux de granit et de schiste sont en pleine décomposition (indice de grande ancienneté) ; ceux de quartz seuls bien conservés, 3° une terrasse vers 55-60 mètres (moyen niveau) où le granit est moins altéré ; elle a été recouverte de limons et de lœss ; 4° des lambeaux à 30-40 mètres ; 5° vers 15 mètres une dernière marche d'escalier (bas niveau) où le granit n'a subi aucune altération ; 6° enfin la basse plaine, à quelques mètres au-dessus de la rivière.

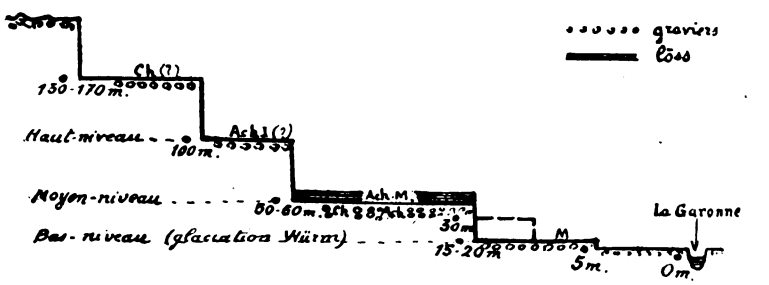


Fig. 5. — Coupe très schématique des terrasses glaciaires de la vallée de la Garonne, d'après les travaux les plus récents. Les hauteurs sont très exagérées. La Garonne coule à 130 mètres au-dessus de la mer.

Où se trouve, dans ce complexe, l'industrie humaine, reconnaissable à de nombreux quartzites travaillés? Les dernières constatations publiées par MM. Mengaud, Latapie, Vaufrey, Breuil paraissent établir ceci : les graviers du moyen niveau *contiennent* du chelléen, très roulé, et de l'acheuléen ancien, moins usé dans les limons du même niveau, se trouvent, en place, de l'acheuléen évolué, et de l'industrie sur éclat (moustérien ou prémoustérien). Ces deux dernières industries sont donc postérieures au remblaiement qui a donné la terrasse de 55 mètres, et, peut-être, contemporaines d'un surcreusement de cette terrasse. Les premiers acheuléens fréquentaient, ua

Digitized by Google

contraire, les bords du fleuve en train de combler son lit. Les chelléens étaient bien antérieurs, et habitaient sur une des terrasses précédentes, qui fut démolie par l'érosion.

roulées. Les exploitations de graviers des autres rivières, Dordogne, Charente, Loire, Seine et ses affluents, voire rivières de Belgique et Tamise, fourniront presque toujours aussi de l'industrie humaine,

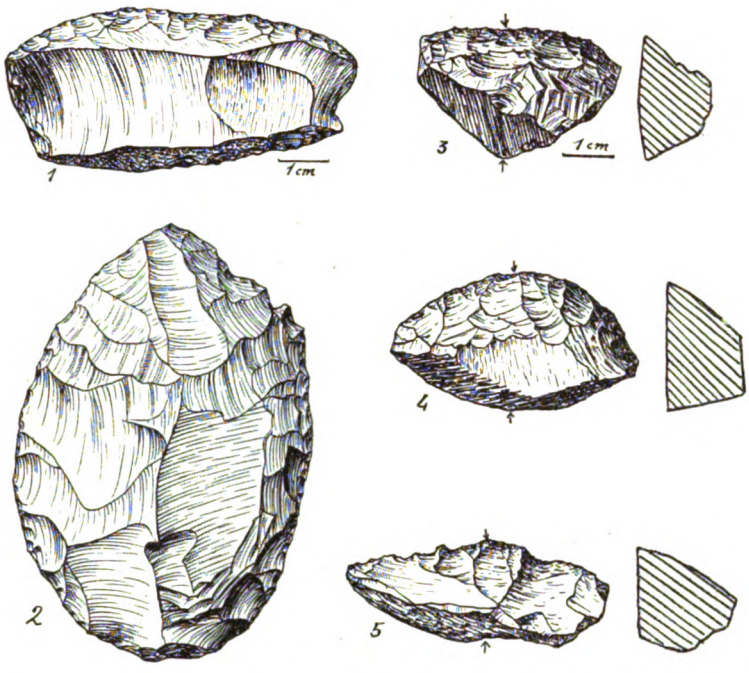


Fig. 6. — Racloirs divers, moustériens. Provenance : 1, Chez-Pourré ; 2, Petit-Puy-moyen ; 3, 4 et 5, La Chapelle-aux-Saints ; (ces derniers en quartz hyalin).

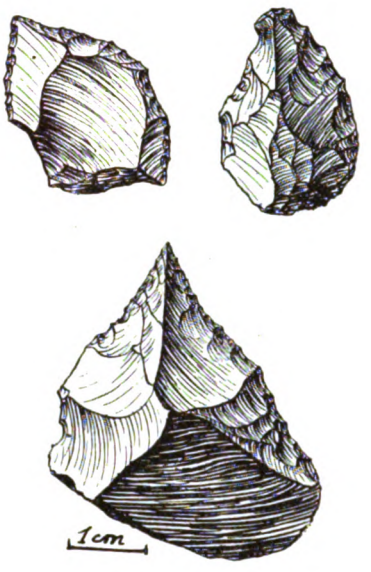


Fig. 7. — Racloir et pointe microlithiques pointe-perçoir ; époque moustérienne provenant de Chez-Pourré.

Pour terminer cette question, nous dirons que la dernière terrasse (bas niveau) est certainement de la dernière glaciation (Würm) : or on trouve à sa surface *in situ*, avec du mammouth, du moustérien évolué : celui-ci est donc postérieur au maximum

en particulier du chelléen, à l'état dérivé.

Nous avons déjà indiqué le gisement de Tilloux, en Charente-Inférieure. Sur la Seine, il y a lieu de signaler la Celle-sous-Moret, où des tufs calcaires ont conservé des empreintes végétales : à la base, avec

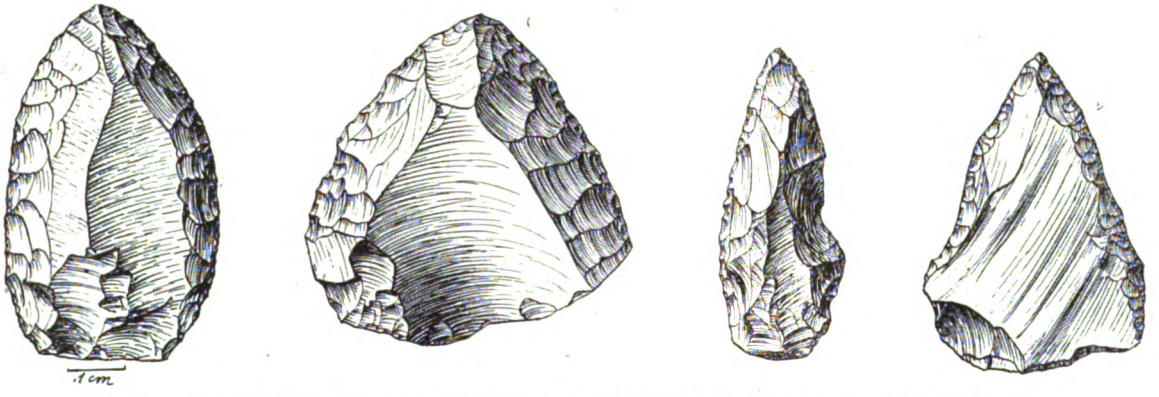


Fig. 8. — Pointes diverses moustériennes, provenant de Chez-Pourré, près Brive (Corrèze).

du froid wurmien. Dans son épaisseur, gisent, plus ou moins dérivées, toutes les autres industries précédentes.

Dans le cours inférieur de la Garonne, les dragages donneront des pièces analogues, encore plus

du chelléen, on a reconnu une flore nettement chaude et humide (laurier) ; au-dessus, avec des instruments acheuléo-moustériens, une flore et une faune froides (sycomore, marmotte). Le gisement de Cergy, sur l'Oise, est remarquable par la présence d'un mol-

Digitized by Google

lusque, le « corbicula » qui ne vit aujourd'hui que dans les fleuves chauds d'Orient méridional. En Belgique, une ballastière de Spiennes a fourni une coupe de terrain fort analogue à celles de Saint-Acheul, avec des industries comparables ; à Binche, des travaux de terrassements ont mis à jour, entre autres choses, un riche gisement chelléen, signalé par M. Rutot, et contenant, outre les outils classiques, des spécimens de « poignards » vraiment extraordinaires. Enfin, d'Angleterre, citons seulement ce détail : M. Breuil a reconnu, en place, sur une terrasse alluviale de 130 pieds, près de Londres, du chelléen ancien ; il correspond exactement à celui de la Somme. On sait d'ailleurs que l'Angleterre était alors soudée au continent.

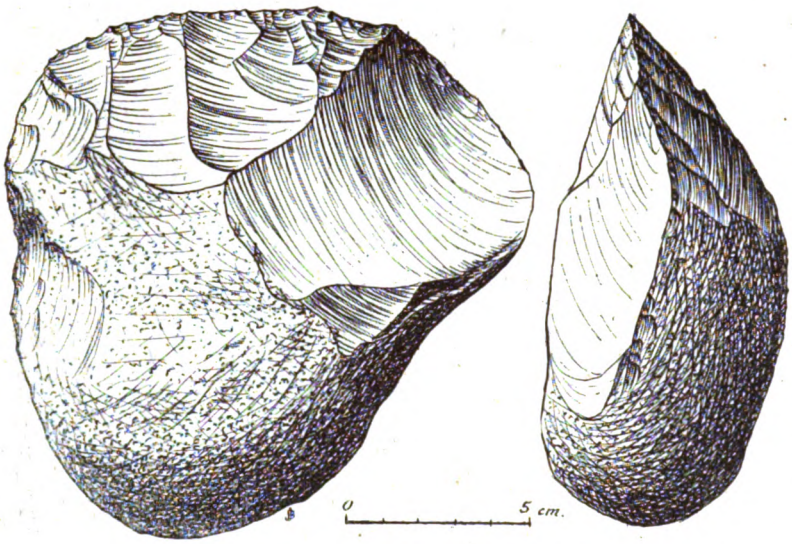


Fig. 9. — Coupoir, du Moustier.

***

L'*acheuléen* se trouve aussi dans les mêmes conditions de gisements que le chelléen, auquel il est souvent associé : alluvions de plaines et de plateaux vers 60 mètres dans le Midi ; vers 40 mètres, puis 20 mètres dans la Somme. Son aire de répartition paraît un peu plus étendue : c'est ainsi qu'on recueille quantité de beaux bifaces sur les collines du Poitou, de la Charente, du Périgord. Nous avons vu qu'on peut distinguer deux facies successifs, l'un avec « limandes » (acheuléen I), l'autre avec bifaces lancéolés, à bout pointu ou tronqué et tranchant (acheuléen II).

Un troisième type apparaîtra vers la fin de l'acheuléen, quand les hommes cherchent à s'abriter au pied des rochers plus ou moins en surplomb et bien exposés au soleil, indice que la température baisse. Et, de fait, en même temps, on constate un changement de faune : plus d'animaux des tropiques ; le cheval abonde ; le renne ne tardera pas à apparaître en France.

Cet acheuléen final (acheuléen III) se trouve précisément bien caractérisé dans un abri sous roche de Dordogne, à la Micoque (niveau supérieur) ; ce sont des pointes effilées d'une très grande finesse de retouches. Ce qu'on pourrait appeler le « micoquien » a été reconnu à deux ou trois niveaux de Saint-Acheul, ainsi qu'en Angleterre (région d'Oxford et Cambridge). Enfin une dernière transformation paraît se faire au contact des moustériens qui apparaissent de plus en plus nombreux : elle est bien représentée à Combe-Capelle (Dordogne), par des « coups-de-poing » cordiformes. Ce même horizon correspond à la base de l'ergeron de Saint-Acheul, à certains dépôts d'Angleterre, et, chose intéressante, à la couche la plus inférieure du remplissage des abris dordogniens de Laussel (travaux

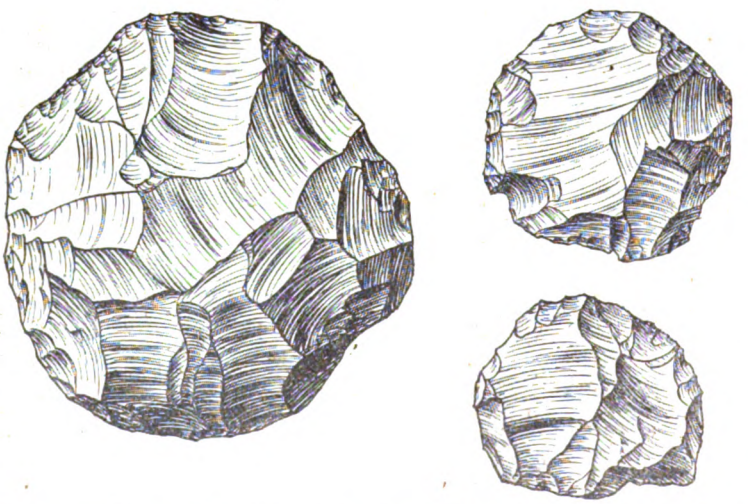


Fig. 10. — Disques (3/4 gr. nat.). Les deux plus grands viennent de stations moustériennes, près de Brive (Corrèze). Le troisième, très analogue de forme, et fortement patine en teinte ivoire, vient du Sénégal (réc. Favarel).

Digitized by Google

du regretté Dr Lalanne, encore inédits), de la Ferrassie, et du Moustier même (fouilles Peyrony-Capitan). Il existe aussi dans les alluvions de la fin du dernier interglaciaire, près d'Aurillac (Boule).

Ainsi la soudure est établie entre les dépôts de plein air et ceux des cavernes, en France-Angleterre : elle date de l'extrême fin de l'acheuléen, contemporain du début de la glaciation dite Wurm.

***

Si nous définissons le *moustérien* une industrie faite surtout d'éclats, ou de blocs, plus ou moins retaillés, d'un côté seulement (unifaces s'opposant aux bifaces précédents), il ne succède pas à l'acheuléen d'une façon aussi simple qu'on pensait : dans un article tout récent, l'abbé Breuil montre la complexité du problème. Au moins deux courants proto, ou pré-moustériens, venant sans doute de l'Est, apparaissent en Angleterre, de bonne heure, au cours d'une période glaciaire antérieure à Wurm. Sur certains points (Baker's Hole) ce sont des éclats très massifs, obtenus un peu au hasard. Ailleurs (Crayford) les éclats sont plus soignés ; leur base porte la trace d'un plan de frappe intentionnellement préparé sur le nucléus ; les bords sont retouchés.

Cette dernière industrie a émigré plus tard en France : on l'avait reconnue depuis longtemps, à Levallois ; elle constitue en Belgique le « mesvinien » proprement dit ; et correspond au niveau « moustérien à faune chaude » de Montières, signalé par Commont. Dans cette dernière localité, elle paraît même avoir alterné plusieurs fois avec du « micoquien ». Il y aurait donc eu, au cours des temps Riss et Riss-Wurm, des allées et venues dans les plaines anglo-francc-belges ; et ces deux courants de culture auraient enfin fusionné pour donner le « combe-capellien ».

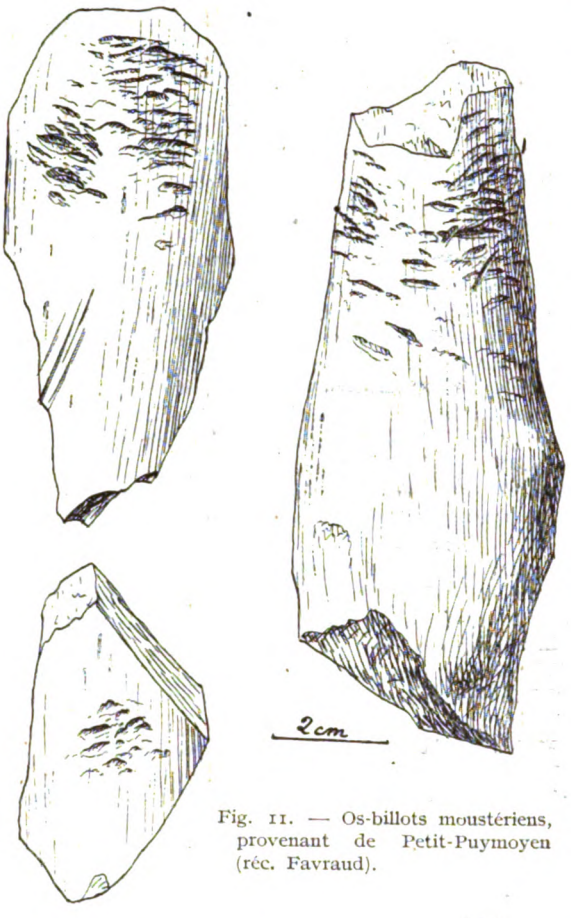


Fig. 11. — Os-billots moustériens, provenant de Petit-Puymoyen (réc. Favraud).

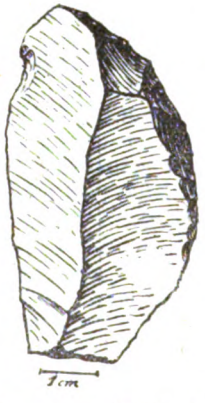


Fig. 12. — Pointe de l'abri Audi ou couteau à dos (d'après le Dr Lalanne)

Le moustérien des grottes, lui aussi, est complexe. M. Peyrony distingue deux facies : le *moustérien classique* et le *moustérien de tradition acheuléenne*.

Le premier est caractérisé par un ensemble de pièces, faites en général sur éclats, retouchées avec soin et habileté par écailles allongées, soit en arc de cercle (type racloir, fig. 6), soit sur deux bords formant angle plus ou moins aigu (type pointe, fig. 7), avec un certain nombre de variétés dans ces deux catégories (fig. 8). Du reste, il y a aussi, du moins au début, des bifaces : « coups-de-poing » en triangle régulier, « coupoirs » puissants (fig. 9), disques plus ou moins aplatis ou arrondis (fig. 10). Font aussi partie de cette industrie, des os dits impressionnés (fig. 11), qui ont été entaillés à coups de silex, ayant servi sans doute de billots (Dr H. Martin).

Le second facies moustérien est, d'une façon générale, de facture moins soignée ; les bifaces durent longtemps, mais sont grossiers ; les éclats sont moins réguliers, moins retouchés ; et parmi eux, il en est un modèle particulier, ayant une forme incurvée dont le bord convexe est rabattu (c'est-à-dire écrasé plutôt que retouché), et un autre bord est tranchant (pointe incurvée ou couteau à dos de l'abri Audi : fig. 12).

Par ailleurs, ces artisans respectaient leurs morts, connaissaient le feu, la couleur (rudiments de peintures), remarquaient les pierres brillantes (quartz fumé, cristal de roche).

(A suivre).

Digitized by Google

Informations scientifiques

Le « shimmy » des automobiles. — M. A. Rateau a présenté à l'Académie des Sciences deux notes de M. D. S. de Lavaud, qui, à son avis, constituent un événement des plus marquants dans la technique de la voiture antomobile. Leur intérêt est considérable et tout à la fois scientifique et industriel.

« Pour la première fois, a dit M. Rateau, nous est donnée une théorie rigoureuse des mouvements vibratoires si violents que peut prendre à une certaine vitesse le train avant d'un véhicule automobile et communément connus sous l'appellation générique de « shimmy ». Cette agitation frénétique de l'essieu et des roues avant est parfois si gênante qu'elle empêche la conduite sur les voitures rapides. Elle s'est révélée ces dernières années comme la rançon presque inévitable du double progrès qu'ont apportés les pneus à basse pression et les freins à l'avant. »

Les ingénieurs de tous pays ont vainement tenté d'y apporter remède. Des discussions nombreuses, loin de faire la lumière, n'ont laissé qu'un désaccord profond non seulement dans les opinions formulées, mais aussi dans les constatations pratiques. Des sommes considérables parfois engagées en tâtonnements expérimentaux n'ont abouti à aucune amélioration.

Avec la lucidité qui lui est coutumière, dit M. Rateau, M. de Lavaud, toujours passionné par les problèmes difficiles, s'est attaqué à cette question, en apparence décourageante. Il faut reconnaître qu'il l'a magistralement résolue, sans rien laisser dans l'ombre.

« Il a su voir que le shimmy pouvait correspondre à plusieurs phénomènes distincts, de natures toutes différentes, se produisant isolément ou en même temps. Il peut s'agir d'un simple effet perturbateur dû au déséquilibrage à peu près inévitable des roues, mais qui se manifeste rarement seul.

« M. D.-S. de Lavaud, et c'est là une véritable découverte, a, en effet, démontré que si les vibrations du train avant sont amorcées avec assez de violence, elles deviennent instables, c'est-à-dire s'amplifient automatiquement sans arrêt. La mécanique rationnelle ne fournit d'ailleurs pas d'autre exemple de cette auto-excitation si curieuse. Superposée au shimmy, elle l'amplifie sans mesure et ceci explique qu'un balourd infime des roues donne parfois un shimmy d'intensité inexplicable. Si cette instabilité vibratoire se manifeste seule, elle donne lieu à un pseudo-shimmy, uniquement déclanché par les inégalités du sol, à partir d'une certaine vitesse fixe et pas du tout sous la dépendance de l'équilibrage des roues. L'ensemble de ces deux phénomènes explique d'une façon lumineuse le désaccord profond existant jusqu'ici dans les diverses opinions professées et l'apparente incohérence de tous les résultats expérimentaux.

Les calculs de M. D.-S. de Lavaud sont loin d'être élémentaires, mais ils sont cependant fertiles en conclusions nettes et précises. Ce sont d'abord les erreurs de conception de nos voitures : roues avant rigidement solidaires d'un même essieu, amortisseurs à frottement mal employés, méconnaissance du rôle de l'amortissement.

Ce sont, ensuite, les remèdes. Il faut reconnaître, dit M. Rateau, qu'ils sont à peu près à l'inverse de ce qu'on a fait jusqu'ici. Guidés par une intuition parfois mauvaise conseillère, les ingénieurs se sont efforcés de rendre la conduite possible à grande vitesse en accroissant la rigidité de la direction et aussi son irréversibilité, en dépit d'un shimmy toujours plus violent.

M. D.-S. de Lavaud a, au contraire, démontré que l'harmonie rompue par l'abaissement de la pression des pneus et l'alourdissement des roues devait se rétablir par une augmentation correspondante de l'élasticité de la direction. Simultanément, son irréversibilité doit être accrue et même devenir totale.

Il est vraiment curieux de constater qu'après des années d'incohérence et de tâtonnement à cet égard, M. D.-S. de Lavaud, en savant désintéressé, non seulement donne les procédés de construction les plus rationnels, mais livre à tous le moyen de supprimer le shimmy d'une façon presque instantanée sur les voitures existantes.

L'œuvre de Sir J.-J. Thomson. — A propos de la remise de la médaille Mascart à l'éminent physicien anglais, par la *Société Française des Electriciens*, le très distingué physicien français président de la Société, M. Charles Fabry, a bien voulu nous communiquer les renseignements qui suivent, sur la médaille même et sur le lauréat de 1927.

« Fondée en souvenir du physicien français Mascart qui fut un des créateurs de la Société des Electriciens et contribua largement à mettre notre industrie électrique sur une base scientifique, nous a-t-il dit, la médaille Mascart n'a encore été décernée qu'une fois, il y a trois ans ; le premier lauréat fut notre compatriote André Blondel, un des maîtres de la science de l'ingénieur. Cette fois, elle est décernée à un savant qui a cultivé la science sans aucune préoccupation utilitaire, mais dont les travaux ont eu, cependant, la plus heureuse influence sur les applications.

« C'est surtout dans le domaine de « l'électricité à travers les gaz » que la carrière scientifique de J.-J. Thomson s'est développée. Sujet vieux comme le monde (car l'éclair et le tonnerre sont dus au passage de la décharge électrique à travers l'air), étudié dès le XVII^e^ siècle par les premiers électriciens qui ne manquèrent pas de noter les aspects infiniment variés auxquels donne lieu la décharge électrique dans les gaz plus ou moins raréfiés. Après plus de deux siècles de recherches, il restait, et il reste encore beaucoup à trouver. Toute la physique moderne procède de ces recherches et, avant tout, de celles de J.-J. Thomson.

« De ces recherches est sortie la possibilité de raisonner et d'expérimenter sur la charge électrique isolée, sans aucun support étranger, sur la charge électrique « toute nue », et d'en découvrir les propriétés ; puis, une fois ces propriétés connues, cette grande idée que toute matière, tout atome est une construction faite uniquement de charges électriques : celles-ci deviennent la matière première de tout l'univers.

« Dès 1881, encore tout jeune physicien, Thomson publie un mémoire théorique sur les propriétés de la charge électrique en mouvement et annonce que cette charge doit, comme la matière, posséder une inertie ; sans aucun support matériel, elle doit se comporter

Digitized by Google

comme un projectile ; il aperçoit là une explication des « rayons cathodiques » que des expériences alors récentes de Crookes avaient mis à la mode. Un peu plus tard, la découverte fortuite et inattendue de Rœntgen vient rappeler plus fortement l'attention sur le passage de l'électricité à travers « le vide », plus exactement à travers les gaz très raréfiés. En même temps que notre compatriote Jean Perrin, Thomson établit définitivement la nature des rayons cathodiques, particules d'électricité négative lancées à travers le tube. A partir de ce moment, les découvertes de J.-J. Thomson se succèdent avec une extraordinaire rapidité ; il dirige le « Cavendish Laboratory », à Cambridge, déjà illustré par Maxwell, le fondateur de la théorie électromagnétique de la lumière, et par lord Rayleigh. Il dirige et anime les travaux d'une pléiade d'élèves, tous devenus des maîtres : Rutherford, C. T. R. Wilson, Townsend, Richardson, H. A. Wilson, etc. De ces travaux sort démontrée la constitution granulaire de la charge électrique, l'individualité de « l'électron ». Il en sort aussi une connaissance de plus en plus complète des propriétés de ce « grain d'électricité » ; la valeur numérique de sa charge électrique, de sa masse, de son diamètre en est parfaitement déterminée. Les conditions de sa production, ses affinités pour produire des « ions », complexes, sa recombinaison avec les ions positifs sont enfin éclaircies. On peut peut-être dire qu'aucun laboratoire, à aucune époque de l'histoire de la physique, n'a présenté une pareille activité et n'a produit d'aussi importants résultats.

« Tout cela a été entrepris sans la moindre intention de chercher aucun but directement utile ; mais selon la belle parole de Henri Poincaré, « l'utile vient par surcroît ». Toute la technique actuelle de la radiotélégraphie repose sur les propriétés de l'électricité dans les gaz raréfiés ; tout cela est sorti des travaux de J.-J. Thomson et de ses élèves. Et ces applications n'ont pas dit leur dernier mot ; c'est grâce à elles que l'on peut téléphoner avec fils, à travers les continents, et sans fils, à travers les océans. La grande industrie électrique, avec les « redresseurs », de diverses espèces, commence à en profiter, et cela ne fait que commencer.

« Sir Joseph Thomson est actuellement « master » du Trinity College, le plus illustre des « collèges » de la vieille et admirable Cambridge. Ce collège s'honore d'avoir compté parmi ses « fellows », quelques-unes des gloires de la science anglaise, dont Newton. »

Telle est la carrière du savant qu'a fêté la Société française des électriciens.

La remise de la médaille a eu lieu le vendredi 3 juin à la Sorbonne, dans l'amphithéâtre de physique. Au cours de cette cérémonie, Sir J.-J. Thomson a fait une conférence sur la décharge sans électrodes, et la phosphorescence du gaz qui se produit après cette décharge, qui paraîtra dans le *Bulletin de la Société Française des Electriciens*, avant peu.

L'essence de lignite. — Il a été parlé des études qui se poursuivent depuis quelques années sur l'utilisation des lignites — qui restent autrement sans emploi sérieux — pour la production d'un carburant liquide, d'essence pour moteur à combustion interne. Une société a été constituée pour l'exploitation des procédés Houdry et M. Houdry lui-même a donné à l'assemblée générale constitutive des renseignements généraux intéressants.

« Au point de vue moral et national, a-t-il dit notamment, votre Société se présente dans des conditions exceptionnelles, vous aurez le mérite et l'honneur d'être les premiers à démontrer que les gisements de lignite français représentent pour le pays une source de richesse considérable et qu'ils sont exploitables industriellement. Vous êtes à l'origine de ce mouvement de réalisation industrielle qui permettra de réduire considérablement non seulement l'achat des combustibles liquides à l'étranger mais aussi l'importation de quelques millions de tonnes de charbon par an. Cette réalisation doit vous apporter, avec la sympathie de tous les Français, la bienveillance des pouvoirs dirigeants.

« On ne peut pas nous reprocher d'être bavards, jamais il n'est parti de notre siège social un mot pouvant troubler en quoi que ce soit l'opinion. Les premiers, au cours d'expériences semi-industrielles prolongées, nous avons fabriqué des hydrocarbures légers à des rendements et à un prix de revient intéressants.

« Nous sommes fiers des résultats obtenus, et nous sommes convaincus de pouvoir donner au pays une grande partie de l'essence de pétrole qui lui est nécessaire. Nous ferons dans un esprit large tout ce qui est en notre pouvoir pour que cette production s'étende le plus rapidement possible ; nous accueillerons avec le meilleur esprit de collaboration les groupes industriels qui voudront s'unir à nous, afin que le pays puisse considérablement alléger le fardeau de ses importations en hydrocarbures. »

Les premières études et les premières réalisations ont été conduites sans publicité aucune et sans faire appel au crédit public et elles donnent satisfaction. Le procédé est viable.

« Nous commençons maintenant la grande industrie, dit M. Houdry, nous désirons rester fidèles à notre ligne de conduite : parler le moins possible et agir. C'est pour éviter les pertes de temps que nous avons donné toutes ces précisions que nous estimons aujourd'hui nécessaire.

« Si notre programme de réalisation industrielle suit normalement son cours, ce à quoi nous allons nous appliquer, il faut espérer comme probable, dans le courant de l'année prochaine, la production de l'essence de pétrole en France. La seule limite à ces réalisations sera la mise en état de production des gisements français. »

La création d'un lac nouveau en France. — C'est dans l'Isère que se prépare ce lac nouveau, qui couvrira quelque 350 hectares. Le but n'est pas d'embellir un site ; c'est de créer une retenue d'eau pour la régularisation de l'aménagement d'une rivière qui, jusqu'ici, n'a fait que détruire et qui, désormais, devra travailler à produire de l'énergie. La rivière, c'est le Drac, et la première opération, dans son aménagement, est la construction du pont du Sautet. Le canon du Sautet, fort pittoresque, constitue une gorge profonde se prêtant parfaitement bien à la constitution d'un barrage de 135 mètres de hauteur qui déterminera la formation d'un lac artificiel de 352 hectares de superficie, et de 130 millions de mètres cubes de capacité. Ses rives auront un développement de 25 kilomètres. Ce lac devra atténuer l'effet, souvent désastreux, des crues, et des apports de gravier. A l'aval sont prévues 3 chutes d'une puissance totale de 150 000 chevaux qui sera aménagée par la Société des Forces motrices de Bonne et Drac. La région grenobloise acquerra de la sorte une réserve d'énergie électrique de plus de 100 millions de kilowatts. Autant qu'on en peut juger, le pittoresque n'y perdra rien : au contraire, il en bénéficiera.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

La stabilité monétaire et les prix

Depuis dix mois, le franc est stabilisé en fait. Quelles ont été les conséquences de cet état de choses sur les prix?

1° Les prix de gros ont notablement baissé, tant en ce qui concerne les produits importés que les produits nationaux. L'indice des produits importés, calculé sur la base de 100 pour juillet 1914, a atteint son maximum en juillet 1926 : 1074. Il est tombé à 669 en septembre dernier. L'index qui exprime le prix de la houille, des minerais, des tissus ne cesse également de baisser. Quant aux produits nationaux, qui ont été à peu près stables de janvier à mai 1927, l'indice est passé de 639 à 582 en septembre. En particulier les aliments animaux comportent une baisse de 529 en juillet à 508 en octobre.

Cette baisse des prix de gros, notamment sur les céréales et bestiaux, a provoqué de la part des agriculteurs des protestations qui ont abouti à l'autorisation d'exporter les produits agricoles et au renforcement de la protection douanière.

2° Pour les prix de détail, l'indice maximum a été au plus de 628 en novembre 1926. Depuis juillet, il a diminué jusqu'à 532 en septembre. La Commission du coût de la vie à Paris a constaté dans cette ville une baisse certaine durant le troisième trimestre 1927 en ce qui concerne le pain, la viande, le lait, le sucre, le fromage. Hausse sur les œufs, stagnation pour les légumes secs. Le budget familial dans son ensemble n'est pas encore affecté favorablement par le mouvement de baisse à raison du fait que la plupart des dépenses ménagères : loyer, chauffage, éclairage, dépenses diverses sont demeurées stationnaires. N'oublions pas la masse énorme d'impôts dont le contribuable français se trouve accablé.

Les salaires n'ont pas été diminués par suite du mouvement actuel, car on sait qu'ils ne s'adaptent que très lentement aux nouvelles conditions économiques, mais nombre d'industries ont introduit une réduction des journées ou des heures de travail pour éviter le licenciement d'une partie de leur personnel.

Il est à remarquer que le fléchissement des prix présente à l'heure actuelle un caractère mondial particulièrement sensible aux États-Unis qui détiennent, on le sait, plus de la moitié de l'or monnayé du monde. L'essor de la production agricole et industrielle aux États-Unis exercera vraisemblablement sur toute la planète, dans les années qui vont suivre, une influence dans le sens de la baisse qui pourrait se conjuguer avec une mainmise plus ou moins déguisée du capitalisme américain sur les diverses économies nationales de l'Europe.

Le problème des lotissements en banlieue parisienne

De tous les problèmes sociaux qui s'imposent au gouvernement, la question des lotissements est peut-être celle dont la solution semble le plus urgente, a population de banlieue renfermant la plus grosse partie des éléments communistes qui forment la célèbre « ceinture rouge » de Paris. N'est-il pas naturel que cette masse d'employés, d'ouvriers qui avait caressé le rêve d'une installation « bourgeoise » au grand air, se retourne vers les révolutionnaires quand elle s'aperçoit qu'elle a été déçue et qu'elle ne rencontre auprès des pouvoirs publics qu'indifférence et mépris pour ses justes revendications?

Il y a là un aspect nouveau et fort inquiétant de la question sociale qui ne paraît pas avoir suffisamment préoccupé nos gouvernants, dont la négligence et l'incurie à l'égard des *mal lotis* ont réussi à orienter vers le communisme le plus subversif une fraction notable de la population que leurs dispositions naturelles inclinaient au contraire à la modération et à la sagesse.

De fait, la situation en nombre d'installations est effroyable : le candidat-propriétaire se trouve souvent aux prises avec un lotisseur de mauvaise foi ; il est lié par des contrats astucieux dont les clauses obscures ne lui ont pas permis de voir que les engagements relatifs à la voirie, à l'eau, à l'électricité n'obligent pas en réalité le cédant. Il faut ajouter que trop souvent, ces agglomérations bâties en matériaux inconsistants, mal desservies, torrides en été, boueuses en hiver et qui abritent insuffisamment une population nombreuse, présentent les causes d'insalubrité les plus inquiétantes.

Digitized by Google

Ajoutons que les communes sont, en général, fort mal disposées à l'égard de ces nouveaux venus qui n'apportent pas de nouvelles ressources appréciables au budget normal, puisque la loi Ribot les dispense pour quinze ans de l'impôt foncier, alors que de leur fait des dépenses nouvelles accablent la commune : assistance, chômage, hospitalisation, femmes en couches, dépenses scolaires. On a cité le cas d'une commune de banlieue dont, à raison des lotissements, la population a passé en cinq ans de 200 à 3 000 habitants et où les anciens administrés ont vu leurs impôts triplés de ce fait.

La question scolaire est particulièrement grave : locaux trop étroits, maîtres en nombre insuffisant; il n'est pas rare de voir aux portes de Paris des enfants s'entasser au mépris de l'hygiène dans des classes exiguës ou vagabonder faute d'école. La situation était devenue si inquiétante que le Parlement a dû voter un crédit de 25 millions pour construction d'écoles en banlieue.

Deux lois ont cependant déjà réglé la matière des lotissements : celle de 1919 et celle de 1924. La première formule des règles générales sans prévoir les sanctions nécessaires : de 1919 à 1924, des milliers d'hectares ont été lotis sans plan d'ensemble, sans obligations juridiques pour les lotisseurs. La loi de 1924 s'est efforcée de remédier à la situation, mais sans effet rétroactif, de manière que la situation des lotissements antérieurs à 1924 n'est pas encore réglée. La loi de 1924 a d'ailleurs le grand tort de ne pas prévoir les répercussions des lotissements sur la vie municipale, non préparée à un développement trop rapide et imprévu. Les problèmes posés par les lotissements ressortissent à des administrations multiples : Hygiène, Intérieur, Ponts et Chaussées, Travaux publics, Instruction publique, Finances, Préfecture et Municipalités, mal outillées pour traiter ces questions nouvelles, et qui se trouvent comme désemparées devant les problèmes qui surgissent. La création d'un organisme administratif spécialisé paraît s'imposer : il aurait à résoudre trois séries de problèmes : 1° fixer la situation des lotissements antérieurs à 1924; 2° régler les répercussions du lotissement sur le budget communal; 3° concevoir une politique d'ensemble pour l'extension de Paris, ce qui n'a jamais été fait.

Le malaise de l'agriculture

Si l'on ne peut à l'heure actuelle parler de crise agricole, il n'est pas moins vrai que, depuis quelques mois, l'inquiétude des populations rurales se manifeste très vivement. En 1926, les récoltes présentèrent un déficit notable qui provoqua en fin d'année une hausse sensible des prix, mais les agriculteurs, dont l'organisation économique est plus que rudimentaire et qui dès la récolte avaient besoin de disponibilités, jetèrent prématurément leurs produits sur le marché et ce furent en général les intermédiaires qui profitèrent de la hausse. De là, un mécontentement très compréhensible de la part des producteurs qui durent payer au prix haut main-d'œuvre, engrais, machines, etc. En 1927, les récoltes ont été de qualité médiocre mais beaucoup plus abondantes : d'où une baisse importante venant encore aggraver les conséquences de la revalorisation monétaire sur les prix.

Sans doute, la baisse des produits agricoles n'est pas seulement un phénomène national ; elle s'est produite dans le monde entier, notamment aux États-Unis et en Angleterre. La cause en est une augmentation générale de la production agricole coïncidant avec un ralentissement de la consommation dû lui-même au malaise industriel. C'est sans doute en France que les répercussions de la baisse universelle se sont manifestées le plus brutalement, parce que nous sommes venus plus tardivement à la stabilité relative de la monnaie. De nouvelles oscillations du franc ne manqueraient pas de provoquer les conséquences agricoles les plus désastreuses.

Ajoutons que les frais d'exploitation de l'agriculteur sont particulièrement élevés : aucune baisse ne s'est manifestée sur les produits qu'il doit acheter ; les instruments de crédit dont il dispose sont très inférieurs à ceux dont l'industriel peut user. Cette situation est encore aggravée par le fait qu'un très long espace de temps sépare pour lui la dépense de la perception des produits.

Comment la mauvaise humeur de l'éleveur ne se manifesterait-elle pas quand il compare le prix de vente d'un mouton, d'un veau, d'un bœuf à celui d'un gigot ou d'une côtelette? quand il rapproche l'avertissement du percepteur pour 1926 et 1927? Des impôts nouveaux terriblement lourds ont été improvisés sans discernement, ils jouent de la manière la plus fantaisiste, la plus inégale et par suite la plus démoralisante. N'oublions pas que, ces dernières années, la terre a été payée trop cher par l'occupant surtout au moment de l'inquiétude monétaire. Le résultat c'est que la rémunération du capital foncier est tout à fait insuffisante.

***

Les remèdes? *a*. Rendre du jeu au marché immobilier rural qui est actuellement désorganisé tout à la fois par le régime fiscal, par l'impôt dit de la première mutation que les dénégations du président du Conseil n'ont pas suffi à innocenter ; par la baisse actuelle des prix ;

Digitized by Google

b. Ouvrir à l'agriculture française les débouchés indispensables à l'étranger en ce qui concerne surtout l'élevage et la production viticole ;

c. La prémunir contre les conséquences des importations fâcheuses, en particulier au titre des prestations en nature de l'Allemagne d'après le plan Dawes.

Une crise agricole survenant dans les circonstances présentes serait de nature non seulement à compromettre l'équilibre budgétaire si laborieusement obtenu, mais encore à détruire les heureux résultats du redressement financier déjà réalisé et à rendre impossible une stabilisation monétaire définitive.

Le rapport général pour le budget de 1928.

M. de Chappedelaine, rapporteur général du budget, met en lumière l'effort considérable qui va être demandé au pays en 1928 : 55 milliards en chiffres ronds dont 42 pour l'État. Un excédent de recettes de 500 millions est déjà mangé d'avance pour relever les traitements des P. T. T.

Il suffirait donc d'une légère secousse pour déterminer une rupture d'équilibre. Elle ne se produira pas si le gouvernement conserve son autorité et si les impôts prévus rentrent ponctuellement. Or les recettes des postes, des chemins de fer, le rendement de l'impôt sur le chiffre d'affaires qui est le baromètre de l'activité économique donnent des signes de faiblesse. L'engourdissement des affaires provient d'une part du poids même des impôts ; de l'autre, de l'instabilité monétaire. Le Parlement saura-t-il, à la veille des élections générales, conserver son sang-froid et le gouvernement maintenir son autorité?

Un bon juge : le Conseil d'État

Me X..., avoué près le tribunal civil, fut fort étonné de recevoir à son domicile personnel la visite d'un porteur de contraintes qui pratiqua une saisie sur son mobilier pour non-paiement de contributions directes, sans qu'il fût intervenu aucun commandement préalable.

L'avoué attaqua tout d'abord l'administration devant le tribunal pour saisie irrégulière. De fait, la saisie fut annulée, mais le tribunal était incompétent pour statuer sur la responsabilité, les irrégularités commises ne pouvant être considérées comme des fautes personnelles du percepteur ou du porteur de contraintes.

Il s'adressa donc au ministre des Finances qui n'accueillit pas sa demande en indemnité et c'est ainsi que, sur refus du ministre, la question fut par lui portée au Conseil d'État qui a reconnu que la faute du service présentait une gravité exceptionnelle susceptible d'engager le cas échéant la responsabilité de l'État. Dans l'espèce, Me X..., n'a point obtenu d'indemnité parce qu'il n'a pas éprouvé de préjudice d'ordre matériel, la vente effective des meubles n'ayant point suivi en fait la saisie irrégulièrement pratiquée, mais l'Administration a été condamnée aux dépens. Souhaitons qu'elle médite, pour son instruction personnelle et pour le plus grand bien des administrés, la sévère leçon que le haut tribunal vient de lui infliger.

Digitized by Google

PORTRAIT DE SAVANT

Villemin et son Centenaire

PAR

M. TROUSSAINT

Médecin-inspecteur de l'armée.

On vient de célébrer, les 15, 16, 17 et 18 octobre, le centenaire de Villemin. Nous aimons en France la justice posthume et ce rappel tardif de gloire, qui attend son centenaire pour consacrer l'immortalité d'un homme illustre, doit réjouir les mânes de ceux qui en sont les bénéficiaires.

Fig. 1. — J. A. Villemin (1827-1892).

C'est certainement le cas de Villemin, dont le génie égalait la modestie, et dont le nom n'évoqua, en ces jours, dans l'esprit des générations d'après guerre, en dehors des savants et du corps médical civil et militaire, aucun souvenir d'une découverte qui l'a placé au premier rang des bienfaiteurs de l'humanité.

Rien n'a manqué à l'éclat de ces journées mémorables, et l'on doit rendre au Comité d'organisation cette justice qu'il a bien fait les choses. Grâce à lui la France entière d'aujourd'hui sait le nom de Villemin et ce qu'il a fait pour ses semblables ; mais ce qu'elle ignore, et doit admirer, c'est qu'il fut de cette élite scientifique et morale qui élevait la recherche et la poursuite de la découverte au-dessus de l'intérêt matériel dont il n'avait cure. Il y a encore de ces hommes en ce temps-ci, mais ils sont plus rares. Notre pays s'honore d'en compter dont les noms se pressent dans ma mémoire et que je ne transcris point pour ne pas effaroucher leur modestie. Pas plus que Villemin ne l'eût fait, aucun de ces hommes ne se considérerait grandi, de son vivant, par des manifestations grandioses, en son honneur, où l'éloquence officielle déverse le baume réparateur et allie son rythme à l'enchantement des programmes artistiques qui l'accompagnent comme pour la mieux faire accepter.

Il n'était que juste que l'hommage rendu à la mémoire de Villemin fût international. Sa décou-

Digitized by Google

verte est mondiale et des délégués des puissances étrangères assistèrent aux diverses cérémonies. Celles-ci consistèrent en :

1° Une réception solennelle à la Sorbonne en présence du Président de la République et sous la présidence de M. Painlevé, ministre de la Guerre ;

2° Une réception des Délégués des diverses nations et des adhérents à l'Hôtel de Ville

3° Une séance solennelle au Val-de-Grâce sous la présidence du ministre de la Guerre.

4° Une journée de la Tuberculose au Val-de-Grâce consacrée exclusivement aux diverses communications, toutes plus intéressantes les unes que les autres sur cette maladie. Elle fut certainement la plus suivie et la plus utile de toutes les manifestations ;

5° Une séance solennelle à l'Académie de Médecine présidée par M. Herriot, ministre de l'Instruction publique ;

6° Un banquet à l'hôtel du Palais d'Orsay présidé par M. Fallières, ministre du Travail, de l'Hygiène et de la Prévoyance sociale ;

7° L'inauguration d'une plaque commémorative, offerte par la Société des élèves et anciens élèves du Val-de-Grâce, au 31 de la rue Bellechasse, où vécut Villemin jusqu'à sa mort.

A cette inauguration nous ne nous retrouvâmes plus très nombreux, les anciens élèves de Villemin, venus joindre notre tribut de reconnaissance et d'admiration à l'hommage rendu à sa mémoire. Les ans en sont la cause, et beaucoup d'entre nous ne tarderont pas à rejoindre le maître dans les Champs Élysées, les vrais, ceux où ne défilent que les ombres, et connaître son impression sur ces mémorables journées.

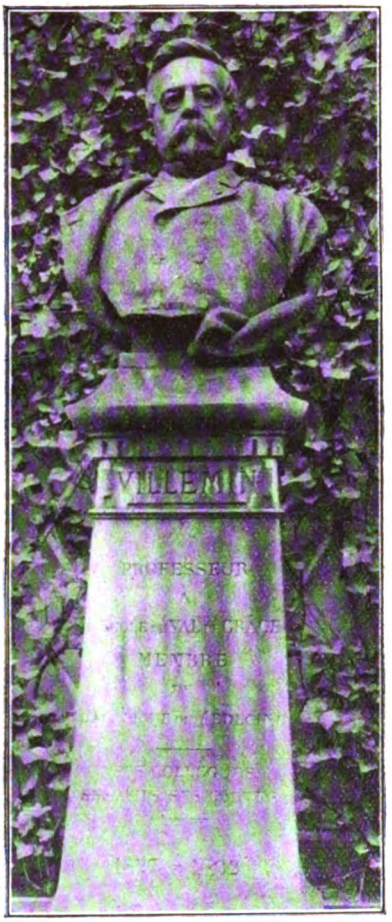


Fig. 2.—Buste de Villemin au Val-de-Grâce.

***

Que fit donc Villemin et en quoi son nom doit-il passer à la postérité?

Continuateur de Laënnec et précurseur de Koch, Villemin a trouvé expérimentalement l'unicité de la tuberculose, non admise bien que soutenue par le premier, et l'inoculabilité de cette maladie, témoignage certain d'un virus spécifique dont le second a démontré l'existence par la découverte du bacille qui porte son nom.

Cette découverte géniale date de 1865, et fut communiquée par Villemin à l'Académie de Médecine le 5 décembre de cette même année. Un second mémoire, confirmatif des résultats mentionnés dans le premier, fut communiqué à la même Société savante le 30 octobre 1866, et l'ensemble de ces travaux et de ceux qui suivirent sur le même objet sont exposés dans son admirable livre : *Etudes sur la tuberculose.*

Si l'on voulut bien admettre — et comment s'y refuser? — l'inoculabilité de la tuberculose, le scepticisme le plus farouche s'éleva contre l'opinion si fermement exprimée par Villemin à savoir que « l'inoculation de la tuberculose n'agit pas par sa matière visible et palpable qui entre dans ce produit pathologique mais en vertu d'un agent plus subtil qui s'y trouve contenu et qui échappe à nos sens. » La lutte qu'eut à soutenir Villemin, seul de son opinion jusqu'en 1882, prit fin lorsque Koch apporta la preuve objective de la réalité de cet agent, son bacille.

Membre de l'Académie de Médecine, Villemin ne vit jamais s'ouvrir devant lui les portes de l'Institut.

Quelle prophétique intuition inspirait sa conception de la prophylaxie antituberculeuse par la lutte contre le taudis, l'encombrement et le confinement, le rêve caressé que « le virus tuberculeux trouve un jour sa substance antagonique », par analogie avec la vaccination jennérienne, ou qu'un remède spécifique intervienne efficacement tout au début de la phtisie ; « telles sont les idées, écrit-il, qui doivent nous guider dans la recherche des moyens curatifs et prophylactiques de la tuberculose. Telles sont les espérances que fait luire devant nous notre découverte. Puisse-t-elle porter les fruits que nous nous plaisons à entrevoir dans l'avenir. »

Le temps a marché, le rêve et les espérances ont pris corps, la vaccination et la bacillothérapie spécifiques sont intervenues qui permettent d'entrevoir aujourd'hui le recul et la disparition du « plus grand fléau de l'espèce humaine ».

Honneur à Villemin!

Digitized by Google

Il naquit le 27 janvier 1827 à Frey, aux environs de Bruyères, dans les Vosges. Orphelin de bonne heure il fut secouru et aidé par un de ses oncles qui lui fit faire ses études secondaires au Collège de Bruyères. Appelé par la conscription en 1848, il fut incorporé, comme soldat, au 14e de ligne dont l'année suivante comme aide-major de 2e classe et major de la promotion. Répétiteur de physiologie à l'École de Strasbourg en 1860, il est nommé au concours professeur agrégé de clinique médicale le 30 novembre 1863 à l'École impériale du Val-de-Grâce. Il est promu médecin major de 1re classe en 1867

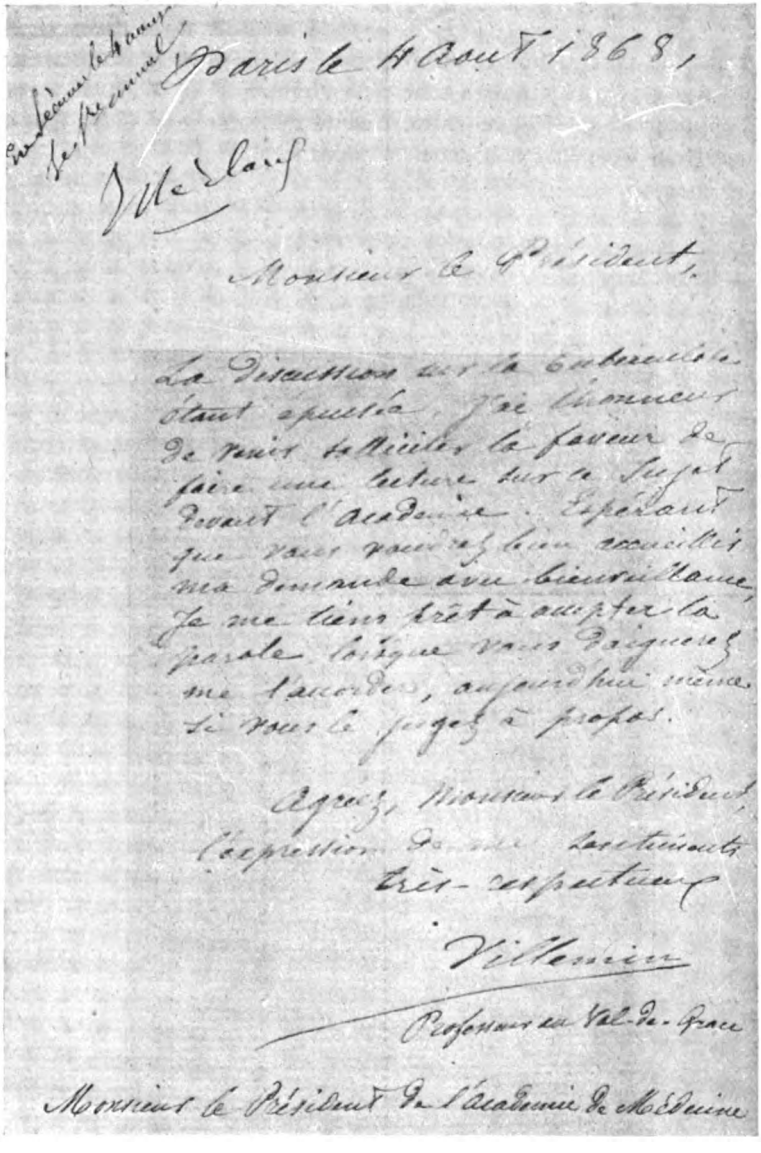


Fig. 3. — Autographe de Villemin.

le colonel, bien inspiré, orienta ses projets vers les études médicales et le fit envoyer, dans ce but, au 37e de ligne à Strasbourg. Il est admis en novembre 1849 à l'hôpital militaire d'instruction de Strasbourg. Il soutient sa thèse de doctorat sur *Les Collections purulentes du rein* le 12 août 1853. Il est reçu médecin aide-major stagiaire à l'École impériale du Val-de-Grâce le 14 novembre de la même année, et en sort et professeur d'hygiène et de médecine légale à la même École. Médecin principal de 2e classe en 1871, membre de l'Académie de Médecine en 1874, il est nommé médecin principal de 1re classe en 1876 et médecin chef du Val-de-Grâce en 1882. Médecin inspecteur de l'armée en 1885, il ne tarde pas à demander son passage dans le cadre de réserve. Il devenait en 1891 vice-président de l'Académie

Digitized by Google

de Médecine, fonctions que l'altération de sa santé ne lui permit pas de remplir complètement. Il succombait le 3 octobre 1892 à l'âge de soixante-cinq ans.

C'est au Val-de-Grâce qu'il poursuivit et conduisit à bien ses mémorables recherches sur l'inoculabilité de la tuberculose dont les incalculables conséquences lui valent d'être immortalisé.

Il a, pendant vingt ans, fait l'instruction et l'éducation professionnelles des générations qui se sont succédé à l'École d'application du Val-de-Grâce. Aucun de ceux qui survivent n'a perdu le souvenir de sa bienveillante et parfois caustique ironie. C'était le pince-sans-rire qui, au lit du malade, redressait les torts et les erreurs des stagiaires et savait, d'un mot, fixer la vérité clinique dans leur esprit. Il était aimable et bon et savait donner l'exemple, qu'ils n'ont pas oublié, de la sollicitude, de la charité et de l'affection pour le soldat malade.

Ce fut non seulement un grand savant mais un grand médecin dans l'acception la plus haute du mot. Il a bien mérité de l'armée, de la science et de l'humanité qu'il a bien servies, et du corps de santé militaire dont il fut une des gloires les plus pures.

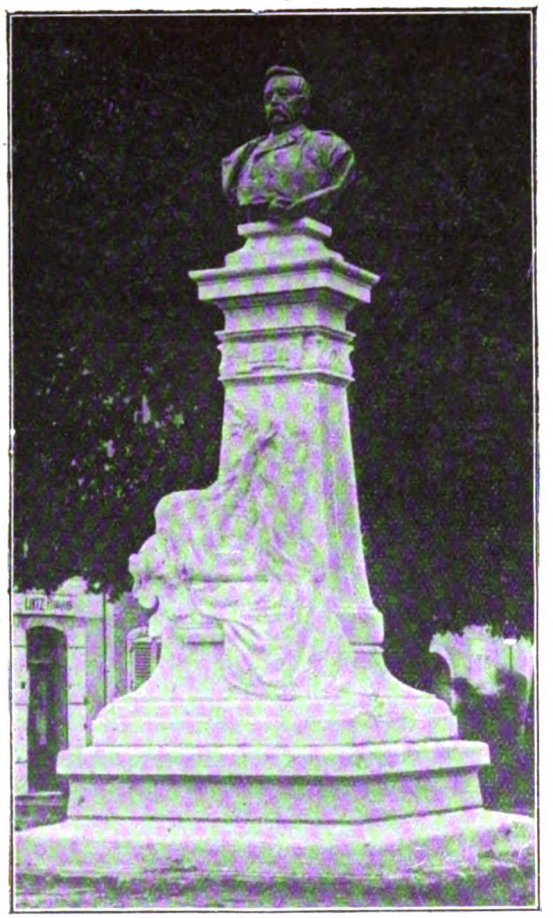


Fig. 4. — Le monument de Villemin à Bruyères (Vosges).

Le Gérant : J.-B. BAILLIÈRE. 5762-27. — CORBEIL, IMP. CRÉTÉ. — 1-1928.

Digitized by Google

Qu'est-ce que le P_H ?

PAR

L.-J. OLMER

Professeur à l'Institut catholique de Paris.

Dans chaque branche de la science, les perfectionnements se succèdent de façon continue, sans que s'en aperçoivent ni le grand public, ni même les chercheurs spécialisés dans d'autres travaux. Puis, brusquement, une méthode surgit dont l'apparente nouveauté fait l'admiration de ceux qui n'ont pas assisté à sa lente éclosion ; alors on essaye de l'adapter de tous côtés aux recherches restées jusque-là stériles et, pendant quelques années, elle est à la mode du jour ; bientôt son importance même la rend banale pour les nouvelles générations qui l'emploient couramment, et le grand public n'en entend plus parler.

Telle est, il me semble, l'histoire du P_H. Cette méthode nouvelle de mesurer *l'acidité* ou *la basicité* d'une solution s'est dégagée peu à peu des théories émises, il y a plus de quarante ans, par ARRHÉNIUS, l'illustre Suédois qui vient de mourir ; connue depuis longtemps des physico-chimistes, elle n'a acquis sa vogue actuelle que lorsqu'à la suite des travaux de son compatriote SÖRENSEN, les physiologistes s'en sont emparés. Dans les innombrables revues de médecine, les P_H de tous les liquides de l'organisme sont actuellement confrontés, et dans certains articles, à propos d'un insolent P_H de suc gastrique ou pancréatique, on peut voir surgir quelquefois la conclusion bien connue : « Et voilà pourquoi votre fille est muette ».

Nous allons étudier, le plus simplement possible, comment le P_H nous renseigne sur l'acidité ou la basicité d'un liquide, quels perfectionnements cette méthode apporte aux anciennes méthodes de mesure, quels services elle a déjà rendus dans les différentes branches de la science ou de l'industrie.

I. — Les anciennes méthodes de mesure et leurs inconvénients.

On sait que pour faciliter l'étude des innombrables composés chimiques, on peut les grouper en corps qui ont des propriétés analogues, qui ont, dit-on, *la même fonction*. La plus connue est la fonction acide. Les acides sont des composés, parfois très différents comme constitution, mais qui se ressemblent par un certain nombre de réactions, en particulier par leur combinaison avec les bases avec qui ils forment tous les sels connus ; nous avons tous appris qu'un acide rougit le tournesol et peu à peu la fonction acide s'est identifiée dans notre esprit avec cette propriété spéciale. De même, les bases ramènent au bleu le tournesol rouge, et le sel, qui n'est ni acide, ni base, laisse au tournesol sa couleur propre, intermédiaire entre le rouge et le bleu.

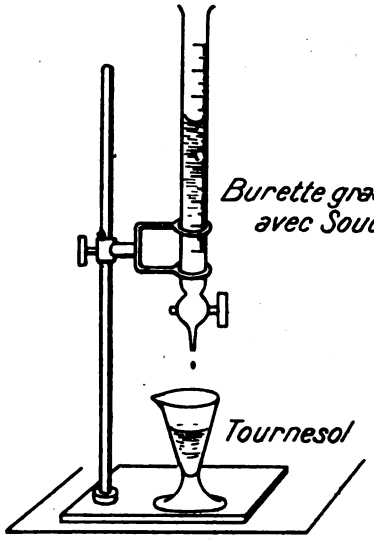


Fig. 1. — Titrage habituel d'un acide. On lit le volume de soude titrée nécessaire pour faire virer le tournesol du rouge au bleu.

Voulait-on alors connaître l'acidité d'une solution? On ajoutait à 10 centimètres cubes du liquide quelques gouttes de tournesol, puis on y faisait tomber goutte à goutte de la soude de titre connu jusqu'au virage du rouge au violet (fig. 1) ; une simple règle de trois permettait, connaissant le titre de la solution de soude et le nombre de centimètres cubes ajoutés, d'en déduire l'acidité de la liqueur étudiée.

Mais immédiatement deux graves objections rendent illusoire cette méthode si simple.

D'abord, le tournesol n'est pas le seul corps qui change de couleur au contact d'un acide ou d'une base : les violettes rougissent dans l'acide sulfurique étendu, le vin rouge noircit sous l'action de l'alcalinité de l'eau de Vichy, et les mères qui ont, au lycée, des fils qui s'exercent aux manipulations de chimie, savent avec quelle facilité la matière colorante des vestons vire au rouge à chaque goutte d'acide que le maladroit y projette. *L'hélianthine, la phtaléine, le rouge Congo* sont des indicateurs d'acidité employés depuis longtemps dans les laboratoires, et souvent plus commodes ou plus sensibles que le tournesol.

Or, tous ces réactifs n'accusent pas, de la même façon,

Digitized by Google

l'acidité d'un liquide : ajoutez la même quantité de soude dans trois verres contenant le même poids d'acide phosphorique coloré avec des indicateurs différents (fig. 2) : lorsque l'hélianthine change de couleur, affirmant que la liqueur est neutre, les autres réactifs le contestent et indiquent l'acidité ; quand, après une nouvelle addition de soude, le tournesol reconnaît la neutralité de la solution, l'hélianthine affirme sa basicité et la phtaléine son acidité !

La définition de l'acidité et de la basicité à l'aide d'un réactif coloré est donc purement arbitraire.

Pendant longtemps, on s'est tiré d'affaire en spécifiant, quand on parlait d'acidité, quel avait été l'indicateur employé ; mais si cette méthode est suffisante dans certaines applications pratiques, elle ne peut satisfaire l'esprit : nous avons l'impression qu'une liqueur est, de façon objective, acide ou non acide, et ces contradictions irritent notre besoin de clarté.

La seconde objection est plus troublante encore. Prenons des sels que l'analyse nous a démontré être des *sels neutres* au sens chimique du mot, c'est-à-dire où l'acide est exactement saturé par la base, et dissolvons-les dans l'eau. Certains d'entre eux, comme le *chlorure de sodium* ou sel de cuisine, n'auront, comme nous le prévoyions, aucune action sur les réactifs colorés ; mais d'autres, comme le *sulfate d'aluminium*, rougiront le tournesol et se montreront acides à tous les réactifs ; d'autres, au contraire, comme le *carbonate de sodium*, bleuiront le tournesol et seront basiques aux autres indicateurs. Et ces anomalies ne sont pas spéciales aux indicateurs colorés ; beaucoup d'autres propriétés, leur action physiologique par exemple, devraient classer certains de ces sels neutres parmi les acides, les autres parmi les bases.

Il devenait donc indispensable de définir autrement, et de façon précise, l'acidité ou la basicité d'une solution, dont nous avons la notion intuitive, pour peu que nous ayons séjourné quelque temps dans un laboratoire de chimie.

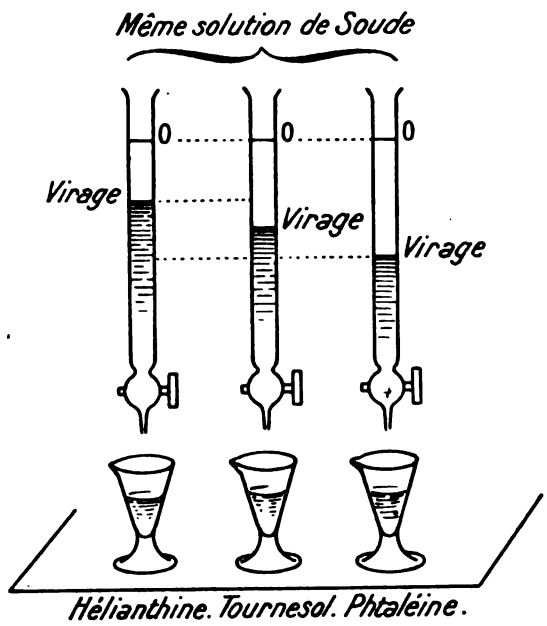


Fig. 2 — Pour neutraliser le *même poids* d'acide phosphorique en se fiant à différents réactifs colorés, il faut des volumes de soude différents.

II. — *La théorie des ions et la force des acides.*

On sait en quoi consiste la *théorie des ions*, cette merveilleuse idée d'ARRHÉNIUS qui a rajeuni, depuis quarante ans, une grande partie de la chimie. Un acide, une base ou un sel, mis en dissolution dans l'eau, est immédiatement décomposé, par le fait même de la dissolution, en deux parties chargées d'électricité de nom contraire et que l'on appelle des *ions*. Ce sont ces ions qui permettent le passage du courant électrique dans la dissolution qu'il décompose : un corps non ionisé par l'eau ne peut pas être électrolysé (1).

Or, *tous les acides contiennent de l'hydrogène*, que la dissolution libère sous forme d'ion H, chargé d'électricité positive (*cathion*, parce qu'il va vers la cathode négative), tandis que le reste de la molécule forme l'ion négatif, ou *anion*. Il était donc naturel de penser, et ARRHÉNIUS n'a pas manqué de le faire, que *ce qui donne à un corps en dissolution ses propriétés acides, c'est la présence de ces ions H, invisibles dans le liquide*, et que la valeur de son acidité — sa *force*, comme l'on disait autrefois — est liée au plus ou moins grand nombre de ces ions positifs dans un volume déterminé, c'est-à-dire *à la concentration de ces ions H*. De même, toutes les bases, dissoutes dans l'eau, se décomposent en mettant en liberté l'ion négatif OH, et la force d'une base dépend de la concentration des ions OH.

La fécondité de cette théorie s'est montrée prodigieuse ; elle a permis de ramener à une même cause des phénomènes très différents et jusqu'alors mal expliqués, comme les exceptions que les électrolytes offrent aux lois de Raoult ou la coloration identique de sels différents ayant un ion commun. C'est elle qui va nous permettre de comprendre en quoi consiste la force différente de différents acides.

Prenons deux dissolutions concentrées contenant chacune le même nombre de molécules de deux acides, l'*acide chlorhydrique* par exemple, qui est « l'esprit de sel » bien connu, et l'*acide acétique* qui forme le vinaigre. Si l'on titre à la soude ces deux dissolutions, on trouve le même nombre, et pourtant beaucoup de leurs propriétés qui tiennent à leur

(1) Voir à ce sujet : L.-J. Olmer, La Valence et l'Affinité, dans *la Science Moderne*, mars 1925.

Digitized by Google

caractère acide sont différentes, en particulier leurs effets physiologiques ; on dit que l'acide chlorhydrique est un acide fort et l'acide acétique un acide faible ; mais cette expression restait vague jusqu'au jour où ARRHÉNIUS la précisa de la façon suivante :

La décomposition par l'eau d'un acide en ses ions n'est pas une réaction totale comme l'est, par exemple, la décomposition de la nitroglycérine qui, amorcée, se continue jusqu'au bout ; une partie seulement des molécules de l'acide se partage en ses deux ions, les autres molécules restant inaltérées ; mais un équilibre s'établit, c'est-à-dire que pour une température donnée, et pour une quantité d'eau fixée, il y a un *rapport constant* entre le poids d'hydrogène qui se trouve sous forme d'ions et le poids total d'hydrogène de l'acide.

Ce rapport n'est pas le même pour les différents acides, il sera, par exemple, de neuf dixièmes pour l'acide chlorhydrique, de un dixième pour l'acide acétique ; c'est-à-dire que le même nombre de molécules du premier acide donnera, dans la même quantité d'eau, neuf fois plus d'ions H que le second, ce qu'on exprime plus simplement en disant que *la concentration des ions H est neuf fois plus grande dans un cas que dans l'autre.*

Si le caractère acide d'une solution est mesuré par sa concentration en ions H, on voit donc qu'une des solutions, celle d'acide chlorhydrique est neuf fois plus acide que l'autre, pour le même nombre de molécules.

Et ce résultat montre combien il faut être prudent dans le choix des épithètes au début d'une science : il semblait aux premiers chimistes, que les mots *acide fort* et *acide faible* expliquaient au mieux les propriétés de ces corps, tandis que nous affirmons actuellement que ce sont les acides forts qui sont facilement décomposés, tandis que les molécules d'acides faibles sont plus stables et plus résistantes à la décomposition par l'eau (1).

Pouvions-nous mesurer ces différences d'action acide par l'ancienne méthode de titrage à la soude, en présence d'un indicateur coloré? Admettons que nous ayons à notre disposition l'indicateur idéal qui changerait de couleur au moment même de la neutralisation chimique, et versons goutte à goutte la solution de soude. Cette solution est elle-même ionisée et renferme des ions OH et des ions sodium ; *les ions OH se combinent immédiatement aux ions H pour régénérer l'eau.* Alors, dans la solution acide, l'équilibre est rompu ; de nouvelles molécules d'acide se décomposent en libérant de nouveaux ions H, pour essayer de rétablir la proportion constante nécessaire à l'équilibre, et l'indicateur ne change pas de couleur. Il faut de nouvelles quantités de soude, et les réactions se poursuivent ainsi de proche en proche, *jusqu'à ce que tout l'acide soit neutralisé.* Nous avons mesuré ainsi, *non le nombre d'ions H libres*, mais le nombre total d'ions libres et d'ions possibles correspondant à toutes les molécules du corps en dissolution.

Il faudra donc, pour connaître la force d'un acide, trouver un moyen de compter les ions libres H, c'est-à-dire de *mesurer la concentration des ions H*, sans troubler l'équilibre de la dissolution ; il est bien évident alors que seules réussiront des méthodes physiques.

III. — *L'ionisation de l'eau pure et l'hydrolyse des sels.*

Certains sels, nous l'avons vu, bien que neutres au sens chimique du mot, ont en solution le caractère acide ou le caractère basique : la théorie des ions permet de comprendre ce phénomène.

Les traités élémentaires d'électricité enseignent que l'eau pure n'est pas conductrice du courant, ce qui voudrait dire que les molécules d'eau ne sont pas décomposées en ions H et OH. En réalité, cette ionisation de l'eau pure existe, mais si faiblement qu'on ne peut pas la déceler par le passage du courant ; on l'a calculée par des procédés indirects et l'on a trouvé que, à la température ordinaire (18°), *la concentration des ions H est de un dix-millionième*, c'est-à-dire que sur 10 millions de molécules d'eau, une seule est décomposée en ses ions.

D'ailleurs, comme il y a autant d'ions H que d'ions OH, le liquide n'est ni acide, ni basique. C'est cette décomposition, pourtant si faible, qui va nous permettre de comprendre le phénomène de *l'hydrolyse.*

Dissolvons dans l'eau un peu de chlorure de sodium ; il est immédiatement décomposé en ions chlore négatifs et en ions sodium positifs, qui coexistent avec les ions H et OH de l'eau. Les ions Cl négatifs vont-ils se combiner aux ions H positifs? Ils formeraient alors de l'*acide chlorhydrique* ; mais cet acide, acide fort, ne peut exister en solution étendue qu'à l'état d'ions ; les ions H et les ions Cl restent donc dans le liquide sans se combiner.

Pour la même raison, les ions positifs Na ne réagissent pas sur les ions négatifs OH, car la soude qui se formerait est une base forte, qui ne peut exister en solution étendue qu'à l'état d'ions. De sorte que les autres ions coexistent dans la solution, et que *les*

(1) Ces impropriétés de termes, qui n'ont en elles-mêmes pas grande importance, sont gênantes pour les débutants qui ont tendance à donner aux mots le sens qu'ils ont dans le langage courant. Combien d'élèves s'assimilent difficilement les lois de Berthollet parce qu'il leur semble contraire au bon sens qu'en solution *un acide faible déplace presque toujours les acides forts de leurs sels.*

Digitized by Google

concentrations primitives en ions H et OH ne sont pas modifiées ; le liquide reste neutre.

Il n'en est plus de même si nous remplaçons le chlorure de sodium par le *sulfate d'aluminium*. Comme dans l'exemple précédent, les ions négatifs SO^4 ne se combinent pas aux ions H, car l'acide sulfurique qui se formerait est un acide fort, complètement ionisé. Mais les ions positifs Al ne peuvent exister dans la solution en présence des ions OH sans qu'il y ait en même temps une forte proportion de molécules d'alumine, car l'alumine est une base faible ; les deux ions se combinent donc, *mais l'équilibre ionique de l'eau est alors rompu* et de nouvelles molécules d'eau se décomposent pour rétablir l'ancienne concentration des ions OH. Or, à chaque molécule d'eau qui se décompose, le nombre d'ions H augmente, il dépasse donc notablement celui des ions OH : la solution devient acide.

Il en sera de même pour tous les sels formés d'un acide fort, c'est-à-dire fortement ionisé, et d'une base faible peu ionisée. C'est le phénomène de l'*hydrolyse*.

On expliquerait de façon identique les propriétés basiques de la solution de *carbonate de sodium* : l'acide carbonique est un acide faible ; les ions CO^3 du sel se combinent aux ions H ; l'équilibre ionique de l'eau est rompu ; l'eau régénère des ions H et OH ; la concentration de ces derniers augmente et la liqueur est basique. Il en sera de même pour tous les sels formés d'une base forte et d'un acide faible ; c'est le phénomène de l'hydrolyse basique.

L'hydrolyse est plus ou moins énergique suivant les sels employés et l'on peut calculer l'état final de la dissolution. Il est bon de vérifier expérimentalement ses calculs, et *de mesurer les concentrations des ions H et OH* ; on conçoit qu'il faille encore s'adresser pour cela à une méthode physique ; l'introduction d'un réactif dans une telle solution ne pourrait que modifier l'état d'équilibre que l'on veut étudier.

IV. — Différence de potentiel entre une électrode et un électrolyte. Piles de concentration.

Avant de décrire les méthodes qui servent actuellement à mesurer la concentration des ions H, il me paraît utile de faire une légère digression dans le domaine de la physique ; c'est d'ailleurs la tendance de la chimie moderne d'appuyer constamment ses théories sur les découvertes les plus récentes des physiciens ; la réciproque est vraie aussi et la théorie actuelle des piles fait, comme nous allons le voir, un large emprunt aux idées d'ARRHÉNIUS.

Une pile est formée par deux métaux différents plongeant dans un même électrolyte (fig. 3) ; il existe alors, entre les deux métaux, nommés pôles de la pile ou *électrodes*, une différence de potentiel que l'on appelle *force électromotrice* de la pile, et qui donne naissance, si on relie entre eux les deux électrodes, à un courant électrique.

Quelle est l'origine de cette force électromotrice ? L'expérience montre que dans un conducteur homogène, dont tous les points sont à la même température, il n'y a nulle part de différence de potentiel ; au contraire le contact de deux corps différents en fait naître une. *La force électromotrice doit donc être considérée comme la somme algébrique des différences de potentiel* entre l'électrode A et le liquide, et l'électrode B et le liquide. On pourrait donc prévoir la force électromotrice d'une pile par la connaissance de ces différences de potentiel.

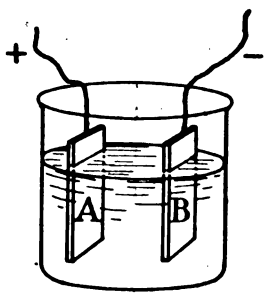


Fig. 3. — Toute pile est formée de deux métaux A et B *différents* plongeant dans un électrolyte (acide, base ou sel).

Mais l'*expérience directe ne peut nous donner ces dernières* : pour les mesurer, il faudrait, en effet, relier l'électrode A à l'une des bornes d'un appareil de mesure, électromètre ou voltmètre, et le liquide à l'autre borne ; mais ce dernier contact n'est possible que par l'intermédiaire d'un autre conducteur métallique, qui, plongé dans le liquide, engendre une nouvelle différence de potentiel ; on créerait alors une pile dont on mesurerait la force électromotrice. Évidemment, la connaissance d'une seule différence de potentiel suffirait à faire connaître toutes les autres ; on peut donc les mesurer en valeur relative, c'est-à-dire les comparer à l'une d'entre elles, mais pour les connaître en valeur absolue, il est nécessaire de faire des hypothèses.

Ces hypothèses ont été faites en 1889 par le savant physico-chimiste allemand NERNST. Il a admis qu'un métal, plongé dans l'eau ou dans un électrolyte quelconque, *émet des ions de ce métal, chargés d'électricité positive*, qui se dissolvent dans le liquide en lui communiquant leur charge positive ; cependant que le métal, neutre au début, mais perdant de l'électricité positive, se charge négativement. Il y a donc une différence de potentiel, qui, on le voit, est *en faveur du liquide*.

Cette dissolution du métal ne continue pas indéfiniment. Les ions positifs se repoussent entre eux dans le liquide, et d'autant plus qu'ils sont plus nombreux ; on conçoit qu'à un moment donné, il s'établisse un équilibre entre deux forces opposées ; d'une part, la force qui pousse le métal à projeter ses ions dans le liquide, force qui reste constante et qu'on

Digitized by Google

appelle *la pression d'ionisation du métal*, et d'autre part la force de répulsion des ions les uns contre les autres qui empêche l'arrivée de nouveaux ; cette dernière, que l'on appelle *la pression osmotique*, augmente constamment ; elle devient donc, peu à peu, égale à la première.

La différence de potentiel ainsi créée dépend de la concentration de la solution en ions ; elle existera de même, si au lieu d'eau pure, on prend comme liquide une solution d'un sel du métal de l'électrode, mais il est facile de voir qu'elle sera plus petite quand la concentration en ions augmentera dans le liquide : pour une concentration assez forte, cette différence de potentiel pourrait même s'annuler.

Alors s'explique le fonctionnement de la pile : plongeons dans un électrolyte un morceau de cuivre et un morceau de zinc ; *les deux métaux sont tous deux à des potentiels inférieurs à celui du liquide* ; mais la différence est plus grande entre le liquide et le zinc qu'entre le liquide et le cuivre, ce qui revient à dire que *le cuivre est à un potentiel plus élevé que le zinc*. Cette différence est la force électromotrice de la pile. Si l'on réunit les deux métaux, le courant circule dans le conducteur tendant à égaliser leurs potentiels ; mais alors le zinc émet de nouveaux ions, et la pile continue à fonctionner *jusqu'à la dissolution complète du zinc dans l'électrolyte*.

D'après la théorie de NERNST, la différence de potentiel entre un métal et la dissolution d'un de ses sels dépend de la concentration de cette dissolution : cette conclusion conduit immédiatement à l'invention de la *pile de concentration*.

Plongeons dans une solution de chlorure de zinc, deux électrodes en zinc (fig. 4) ; la théorie nous dit que les deux zincs sont au même potentiel ; un conducteur qui les relie n'est donc le siège d'aucun courant ; c'est ce que l'on savait depuis longtemps et c'est bien ce que l'expérience vérifie. Mais séparons la cuve qui forme la pile en deux compartiments par un *diaphragme* (fig. 5), c'est-à-dire par une cloison poreuse laissant passer les ions et par suite le courant, mais suffisante pour empêcher la diffusion l'un dans l'autre des deux liquides que nous mettrons dans les compartiments ; et plaçons dans ces deux cuves deux solutions de chlorure de zinc de concentration différente, avec deux électrodes en zinc. Le contact des deux solutions à l'intérieur du diaphragme crée une différence de potentiel, mais elle est très faible et nous pouvons, pour simplifier, admettre que les deux liquides sont au même potentiel. Or, la théorie nous dit que la différence de potentiel entre le zinc A et la dissolution étendue est supérieure à celle qui existe entre le zinc B et la dissolution concentrée ; *B est donc à un potentiel plus élevé que A*, nous avons donc formé une pile, c'est une pile de concentration.

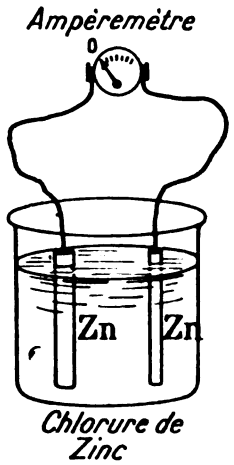


Fig. 4. — Deux morceaux de zinc plongés dans la *même solution* d'un sel de zinc ne créent pas une pile (l'ampèremètre reste au zéro).

Si l'on réunit A et B, l'expérience montre bien le passage d'un courant allant, *extérieurement à la pile*, de B vers A. A l'intérieur, le courant *dépose sur B du zinc* pris à la solution concentrée, et *dissout du zinc de A dans la solution étendue ; le courant tend donc à faire disparaître l'inégalité de concentrations que nous avions formée*.

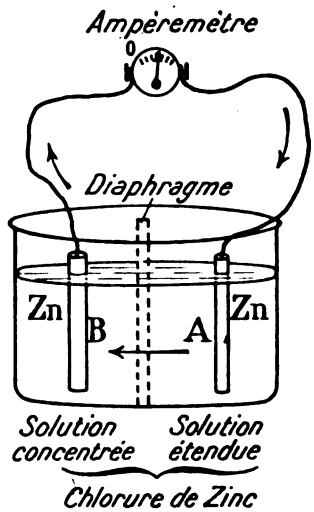


Fig. 5. — Pile de concentration. Deux morceaux de zinc plongés dans deux solutions du même sel de zinc, mais de concentration différente, forment une pile. L'ampèremètre dévie.

Dans la pile précédente et dans les autres piles de concentration analogues, c'était le métal ou cathion qui s'échangeait entre l'électrode et la solution. On peut faire d'autres piles de concentration où c'est le reste de la molécule, c'est-à-dire *l'anion*, qui passe de l'électrode au liquide et réciproquement. Telle est la pile au calomel (fig. 6) : les électrodes sont en mercure, recouvert de calomel, c'est-à-dire de chlorure de mercure ; les liquides sont deux dissolutions de chlorure de potassium de concentration différente, séparées par un diaphragme. A chaque électrode, la théorie de NERNST prévoit une différence de potentiel, l'électrode étant, cette fois-ci, à un potentiel plus élevé que le liquide ; si l'on ferme le circuit, le courant circule extérieurement de A vers B ; il tend encore, à l'intérieur de la pile, à faire disparaître les inégalités de concentration, puisque les anions vont en sens inverse du courant.

V. — Mesure de la concentration des ions H à l'aide d'une pile de concentration

La théorie de NERNST aurait pu nous permettre,

Digitized by Google

grâce à la pile de concentration au zinc, décrite plus haut, de calculer la concentration en ions zinc de l'une des solutions, si nous avions connu la concentration de l'autre et la pression d'ionisation du zinc ; il aurait suffi de mesurer la force électromotrice de la pile, ce qui est très facile. Nous sommes donc conduits, pour connaître la concentration en ions H d'une solution, à monter une pile de concentration dans laquelle un des compartiments serait formé de cette solution, l'autre étant une solution acide de concentration en ions H connue (en pratique on prend une *solution normale*, c'est-à-dire contenant une molécule-gramme (1) au litre), *les deux électrodes étant en hydrogène*, et à mesurer la force électromotrice de la pile ainsi formée. Mais une objection d'ordre pratique se pose immédiatement : peut-on faire une électrode avec un gaz? Les propriétés du *platine platiné* permettent de résoudre le problème. Si l'on électrolyse une dissolution d'un sel de platine avec une cathode de ce métal, celle-ci se recouvre d'une sorte de poudre de platine, très adhérente et très spongieuse, qui a la propriété de dissoudre de façon remarquable la plupart des gaz et en particulier l'hydrogène ; on dit que le platine est *platiné*. Une électrode à hydrogène est donc constituée (fig. 7) par une éprouvette pleine d'hydrogène pur, reposant sur la solution et contenant une lame de platine platiné plongeant très peu dans le liquide et beaucoup dans le gaz : quand l'électrode émet des ions H dans le liquide, une partie du gaz se dissout dans le platine ; quand, au contraire, le liquide dégage des ions H sur l'électrode, ils se dissolvent dans le platine, puis se dégagent dans le gaz, de sorte que l'on peut considérer que dans l'électrode *la concentration en ions H est constante.*

Pour des raisons pratiques, qui sortiraient du cadre de cet exposé élémentaire, on remplace la pile de concentration à deux électrodes d'hydrogène par une pile ayant une électrode d'hydrogène plongeant dans la solution à analyser, cette dernière étant au contact d'une solution normale de chlorure de potassium dans laquelle plonge une électrode au calomel. La figure 8 montre le dispositif le plus employé. On voit que le diaphragme, qui introduit toujours des résistances gênantes pour les mesures de précision est ingénieusement remplacé par un vase contenant une solution saturée de chlorure de potassium qu'on appelle l'électrolyte de liaison : les deux tubes qui y plongent empêchent la diffusion des liquides et la résistance est bien moindre.

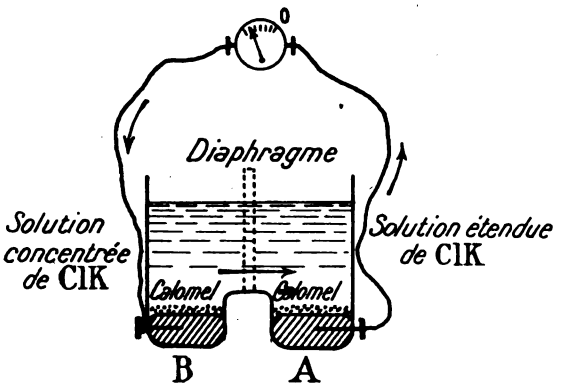


Fig. 6. — Pile au calomel. C'est une pile de concentration où l'électrolyte a le même anion que les électrodes. Le courant va extérieurement à la pile, de la solution étendue vers la solution concentrée. (Différence avec la figure précédente.)

L'électrolyte de liaison crée bien deux nouvelles différences de potentiel, l'une au contact de la solution acide normale et du chlorure de potassium, l'autre entre ce même chlorure et la solution à analyser ; elles sont inconnues et la deuxième est même impossible à connaître sans cercle vicieux puisqu'elle dépend de la concentration en ions H du liquide à analyser. Mais elles sont tellement faibles qu'on les néglige, la plupart du temps.

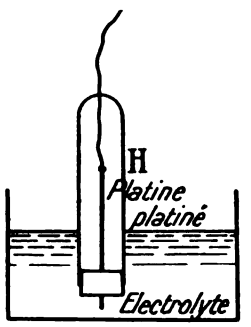


Fig. 7. — Electrode à hydrogène. Le platine platiné dissout l'hydrogène de l'éprouvette et l'extrémité qui plonge dans le liquide joue le rôle d'une électrode qui serait en hydrogène.

En résumé, la mesure de la concentration en ions H revient à faire la mesure d'une force électromotrice de pile. Les traités élémentaires de physique en indiquent la méthode ; *on compare la pile à une pile étalon.* Mais on peut faire de telles mesures sans même savoir de physique, car l'industrie construit actuellement, pour faire ces mesures, des appareils très commodes que l'on appelle des *potentiomètres* (fig. 9) : il suffit de relier les deux pôles de la pile aux bornes (11 et 12 de la figure) de l'appareil, de déplacer un curseur (17) jusqu'à ce qu'un galvanomètre (20) reste au zéro, et de lire sur le cadran (7) d'un millivoltmètre la force électromotrice cherchée.

VI. — Le symbole P_H et la notation de Sörensen.

La connaissance de la force électromotrice d'une pile nous donne donc la concentration en grammes des ions H, c'est-à-dire le nombre d'ions-gramme

(1) Nombre de grammes égal au poids moléculaire : par exemple, 58,46 grammes pour le chlorure de sodium, ou sel marin.

Digitized by Google

hydrogène qu'il y a dans un litre de solution. Mais les liqueurs acides employées en physiologie et la plupart de celles qui sont utilisées en chimie contiennent bien moins d'une molécule-gramme d'acide au litre et, par suite, bien moins d'un ion-gramme H, et les nombres dont on aurait besoin seraient toujours des fractions très petites, dont le maniement ne serait pas commode. Ainsi, la solution d'acide sulfurique, dite centinormale, qui contient 0,49 gramme d'acide au litre et qui est déjà très acide, aurait une concentration en ions H représentée par 0,01 (1), si tout l'acide était ionisé, et, pratiquement, par un nombre voisin de 0,009 ; et le lait ou le jus de betteraves par un nombre tel que 0,0000002 ; il serait facile dans les calculs de perdre quelques zéros. Il fallait donc imaginer un autre mode de représentation et c'est le savant suédois SÖRENSEN qui a imaginé à la fois le *symbole* P_H pour exprimer cette concentration, et le mode de numération employé avec tant d'enthousiasme actuellement.

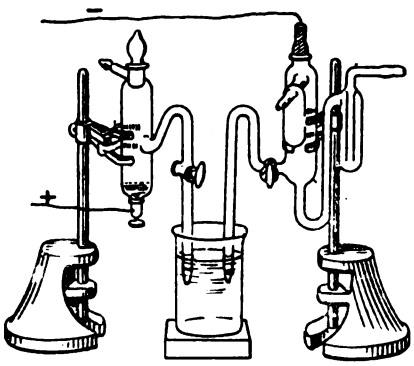


Fig. 8. — Mesure d'un PH. Le liquide à mesure est enfermé dans le tube de droite où plonge une électrode d'hydrogène. La liaison avec l'électrode au calomel (tube de gauche) est assurée par l'électrolyte de liaison mis dans le verre où plongent les deux tubes pleins de liquide. Les robinets sont fermés pour empêcher la diffusion, et la petite quantité de liquide qui baigne le boisseau des robinets suffit à laisser passer le courant.

Que veulent dire les deux ettres P_H ? Beaucoup de chimistes l'ont, je crois, ignoré ongtemps ; peut-être même le mystère qui entourait ce symbole a-t-il un peu contribué à sa vogue : les uns y voyaient les initiales de *pression osmotique de l'hydrogène*, les autres l'énonçaient, *potentiel d'hydrogène*. Pour être fixé, le plus simple était de questionner l'inventeur : il s'est montré surpris des préoccupations que décelait cette demande, car le P_H ne fut jamais pour lui une initiale, mais une simple notation comme il en existe tant en physique...

Nous avons vu que l'eau pure, qui caractérise un corps absolument neutre au point de vue chimique, est décomposée en très petite quantité en ions H et

(1) En effet, sur 98 grammes d'acide, il y a 2 grammes d'hydrogène, comme le montre la formule SO^4H^2, donc 1 centigramme d'hydrogène sur 49 centigrammes d'acide.

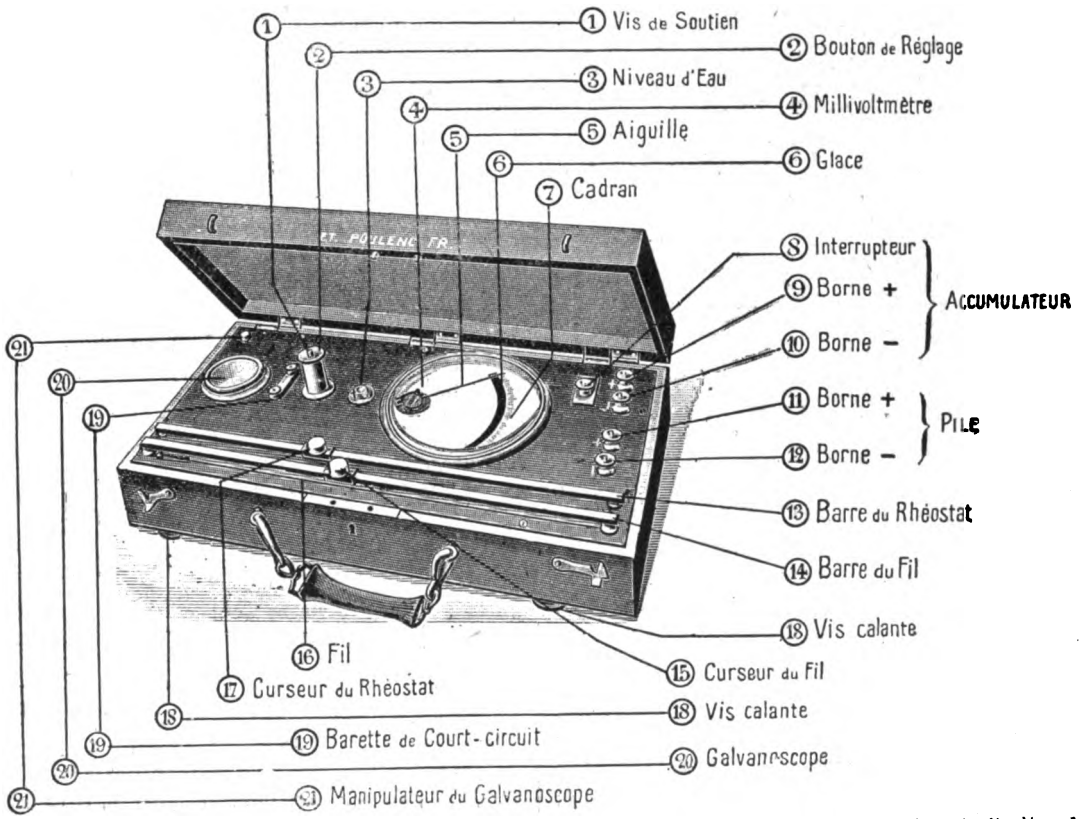


Fig. 9. — Potentiomètre industriel pour la mesure du PH. (Poulenc frères, à Paris). L'aiguille du millivoltmètre donne directement la force électromotrice de la pile indiquée figure 8.

Digitized by Google

en ions OH, qui sont évidemment en quantités égales. Nous avons vu également qu'il y a, à chaque température, *un équilibre entre la concentration de ces ions et la concentration des molécules non décomposées* ; en appelant C_H le nombre d'ions H au litre, et C_{OH} le nombre d'ions OH au litre, cet équilibre à 20° se représente mathématiquement par la formule :

$$C_H \times C_{OH} = \frac{1}{100\,000\,000\,000\,000}$$

ou :

$$C_H \times C_{OH} = \frac{1}{10^{14}} = 10^{-14}$$

la notation 10^{-n} voulant dire un 1 suivi de n zéros et la notation 10^{-n} la fraction $\frac{1}{10^n}$. Comme, d'ailleurs les deux concentrations C_H et C_{OH} sont les mêmes, on en déduit que :

$$C_H = \frac{1}{10\,000\,000} \text{ ou } C_H = \frac{1}{10^7}$$

ou $C_H = 10^{-7}$ et $C_{OH} = 10^{-7}$,

le produit de deux nombres terminés par sept zéros donnant un nombre terminé par quatorze zéros.

En employant la même notation, une dissolution qui contient 1/10 ion H au litre a une concentration $C_H = 10^{-1}$; celle qui contient 1/100 ion H a une concentration $C_H = 10^{-2}$ et ainsi de suite, jusqu'à l'eau pure (neutre) où la concentration est 10^{-7}.

Mais SÖRENSEN a été plus loin. Prenons une liqueur *basique* contenant un millionième d'ion OH au litre ; on peut la représenter par $C_{OH} = 10^{-6}$; mais comme l'équilibre exige que $C_H \times C_{OH} = 10^{-14}$ on peut dire que dans cette dissolution, $C_H = 10^{-8}$ car $10^{-8} \times 10^{-6} = 10^{-14}$; *c'est cette dernière notation que l'on emploie.*

On voit là une curieuse extension à la chimie de la conception algébrique des quantités négatives : dorénavant, nous considérerons une solution alcaline comme une *solution moins acide que l'eau*, qui n'est pas acide, et la solution alcaline normale ou $C_{OH} = 1$ se représentera par $C_H = 10^{-}$.

Il faudra donc s'habituer au tableau suivant (I) :

Mais une première difficulté se présente : on sait combien les physiciens et les chimistes trouvent commode de représenter par des courbes les modifications des phénomènes ; or, beaucoup de réactions dépendent de l'acidité du milieu et l'on cherchera naturellement à représenter leurs variations par une courbe, en portant en abscisses la concentration C_H du liquide en ions H. Or, essayons de mettre sur le même graphique (fig. 10), en B, l'eau pure représentée par 10^{-7}, en A, l'eau très légèrement alcaline contenant seulement 1 millionième de molécule au litre et représentée par 10^{-6}, en C, l'eau très légèrement acide, représentée par 10^{-6} ; la distance OB doit être dix fois OA, et OC, cent fois OA, ce qui est déjà bien gênant ; et si nous voulons, en outre, considérer les concentrations 10^{-9} et 10^{5}, le graphique devient absolument impossible, puisque, si la première distance n'est représentée que par 1 millimètre, la seconde doit l'être par 10 mètres ! Et que l'on ne pense pas que de telles variations ne peuvent se rencontrer dans la pratique : une seule goutte de soude, de 1/30 de centimètre cube de volume, versée dans 300 centimètres cubes d'eau pure, fait passer la concentration de 10^{-7} à 10^{-11} !

Alors SÖRENSEN remplace les concentrations 10^{-3}, 10^{-6}, 10^{-8} par les nombres 3, 6, 8, *et ce sont ces nombres qu'il appelle le* P_H. Dire qu'un liquide a un

TABLEAU I

	Solutions acides d'acidité décroissante. Nombre d'ions H au litre.							Eau pure.	Solutions alcalines d'alcalinité croissante. Nombre d'ions OH au litre.						
Nombre d'ions au litre	1	1/10	1/100	1/1.000	1/10.000	1/100.000	1/1.000.000		1/1.000.000	1/100.000	1/10.000	1/1.000	1/100	1/10	1
Notation C_H.	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
	(Très acide).							Neutre.	(Très basique.)						

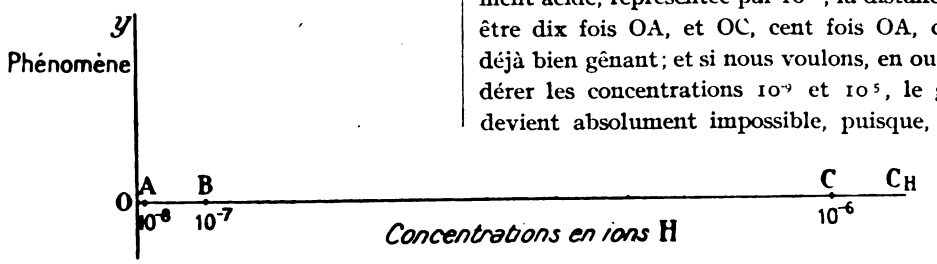


Fig. 10. — Les variations de la concentration en ions H sont beaucoup trop grandes pour qu'on puisse les porter en abscisses.

Digitized by Google

P_H de 5, c'est donc dire que sa concentration en ions H est 10^{-5}, et un P_H de 12 représente une concentration en ions H de 10^{-12}, c'est-à-dire *une concentration en ions OH de* 10^{-2}. Il faut donc compléter de la manière suivante, le tableau précédent (II) :

TABLEAU II

	Nombre d'ions H au litre.								Nombre d'ions OH au litre.						
Nombre d'ions au litre	1	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1.000}$	$\frac{1}{10.000}$	$\frac{1}{100.000}$	$\frac{1}{1.000.000}$	Eau pure.	1	$\frac{1}{1.000.000}$	$\frac{1}{100.000}$	$\frac{1}{10.000}$	$\frac{1}{1.000}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{10}$
Notation CH .	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
Notation PH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	(Très acide).							Neutre.	(Très basique.)						

La deuxième difficulté est la suivante : le P_H n'est pas toujours représenté par un nombre entier ; que signifient les décimales ; que veut dire, par exemple un P_H de 4,7? Les lecteurs qui sont habitués au langage mathématique l'ont déjà compris : la notation de SÖRENSEN revient à prendre *le logarithme de l'inverse de la concentration* :

$$P_H = \log \frac{1}{C_H}.$$

Prenons alors un liquide dont la concentration en ions H est $\frac{2}{100\,000}$; l'inverse de ce nombre est

$$\frac{100\,000}{2} \text{ ou } \frac{10^5}{2} ;$$

son logarithme est $P_H = \log 10^5 - \log 2$.

Or, le logarithme de 10^5 est 5, les tables nous indiquent que celui de 2 est 0,3 ; donc le P_H est $5 - 0{,}3 = 4{,}7$; un calcul inverse aussi facile permettrait de retrouver la concentration, si l'on connaissait le P_H.

Il est d'ailleurs inutile, dans la pratique, de se servir de logarithmes ; on vend, avec les potentiomètres, des échelles à deux graduations qui évitent ce calcul (fig. 11). On vend également des *abaques* (fig. 12) permettant d'obtenir directement, par la simple lecture du millivoltmètre, la valeur du P_H correspondant ; l'échelle à deux graduations n'est donc utile que si l'on veut se rendre compte de la concentration correspondant à un P_H déterminé directement. La commodité du potentiomètre, la rapidité de calcul que permettent ces abaques, justifient le succès qu'a rencontré ce nouveau mode de mesure des acidités.

VII. — La mesure du P_H par colorimétrie.

La méthode électrique de mesure du P_H exige un appareillage coûteux et assez délicat à manier. Mais, dès ses premières études physiologiques, SÖRENSEN en a indiqué une autre, un peu moins sensible peut-être, mais beaucoup plus commode, que de nombreux chimistes ont amélioré depuis une dizaine d'années ; c'est la méthode des *indicateurs colorés*.

Nous avons vu, au début de cet article, qu'un grand nombre de matières colorantes changent de couleur sous l'action des acides et des bases. Pour expliquer ces virages, le chimiste allemand OSTWALD avait édifié une théorie qui régna pendant de longues années dans l'enseignement ; mais, comme beaucoup d'autres, qui furent illustres, la théorie d'OSTWALD a dû disparaître devant des mesures plus précises, et une autre explication s'élabore actuellement qui fait intervenir la concentration des ions H. Peut-être cette dernière théorie aura-t-elle le sort de la précédente ; peu importe ; il restera toujours ce fait bien net et qui ne fut pas bien compris naguère :

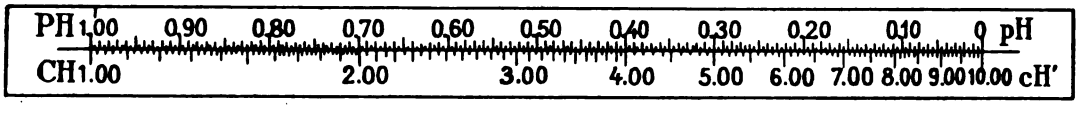


Fig. 11. — Echelles donnant directement le PH correspondant à une concentration CH des ions hydrogène.

le changement de coloration, qui est lié à la concentration des ions H, *n'apparaît pas brusquement* ; la teinte commence à se modifier pour un P_H bien déterminé, et les variations se succèdent de façon continue jusqu'à un autre P_H, à partir duquel la couleur ne se modifie plus.

Ainsi le *tournesol* commence à virer du bleu vers un bleu plus violacé pour un P_H de 6,2 et ne devient franchement rouge que pour un P_H de 4,4 ; l'*hélianthine* vire entre 4,4 et 3,1 ; la *phtaléine du phénol* entre 10 et 8,3 ; et l'on ne peut se défendre d'une ironie un peu amère à constater combien ces vénérables indicateurs de la neutralité ont trahi la confiance que, depuis tant d'années, les chimistes avaient mise en eux : pas un ne vire pour la neutralité $P_H = 7$!

Digitized by Google

On s'est servi de cette propriété des matières colorantes pour mesurer le P_H ; on colore avec le même indicateur, d'une part le liquide à étudier, et d'autre part plusieurs liqueurs étalons dont le P_H est connu par la méthode électrométrique ; on compare les teintes, et l'on cherche quel est l'étalon qui a la même couleur et par suite le même P_H que le liquide étudié. Les matières colorantes employées jusqu'ici, tournesol, hélianthine, n'ont pas un grand intervalle de virage ; on en a étudié un grand nombre d'autres, faisant partie, presque toutes, du groupe des phtaléines, qui ont des variations très nettes dans leur zone utilisable ; puis, parmi tous ces indicateurs, on en a choisi une vingtaine, dont les zones utilisables chevauchent les unes sur les autres, de façon que l'on puisse toujours contrôler par un autre indicateur les résultats donnés par l'un d'eux.

Naturellement, ces comparaisons colorimétriques exigent la même épaisseur de liquide, le même nombre de gouttes de réactifs, le même éclairage, mais ces précautions sont faciles à observer. Il n'en est pas de même de la difficulté suivante qu'il est moins facile de surmonter :

Nous avons vu combien, dans le voisinage de l'état neutre, la concentration des ions H variait facilement et comment une simple goutte de soude ou d'acide modifiait le P_H de l'eau pure ; or, le gaz carbonique de l'air se dissout facilement dans l'eau qu'il rend acide, et il suffit d'ouvrir le flacon qui contient une liqueur-étalon de soude soigneusement titrée pour que son P_H se modifie. Il en est de même du verre, qui se dissout en partie dans l'eau en lui donnant une réaction alcaline, et l'eau pure (de $P_H = 7$) ne peut être gardée dans un flacon de verre sans que son P_H augmente d'heure en heure.

On a tourné cette difficulté en ajoutant au liquide-étalon de petites quantités de sels, comme l'acétate de sodium, formés d'un acide faible et d'une base forte ; ces substances, dites *liqueurs-tampons*, ont un P_H qui varie très peu pour d'assez grandes additions d'acides ou de bases. L'explication de cette propriété serait un peu longue pour un article déjà si long ; mais l'exemple suivant montre quelle est l'efficacité de ces solutions : une goutte d'acide chlorhydrique, versée dans 200 centimètres cubes d'eau pure, fait passer le P_H de 7 à 3,1 ; la même goutte du même acide dans une solution étendue de *phtalate acide de potassium* ne fait varier le P_H que de 7 à 6,7. C'est, évidemment, un gros progrès ; mais chacun de ces sels n'a d'efficacité que pour un P_H déterminé ; il faudrait donc avoir à sa disposition toute une série de solutions-tampons correspondant à des P_H espacés de 0,2 ou 0,3 seulement, et si certains de ces tampons se montrent bien

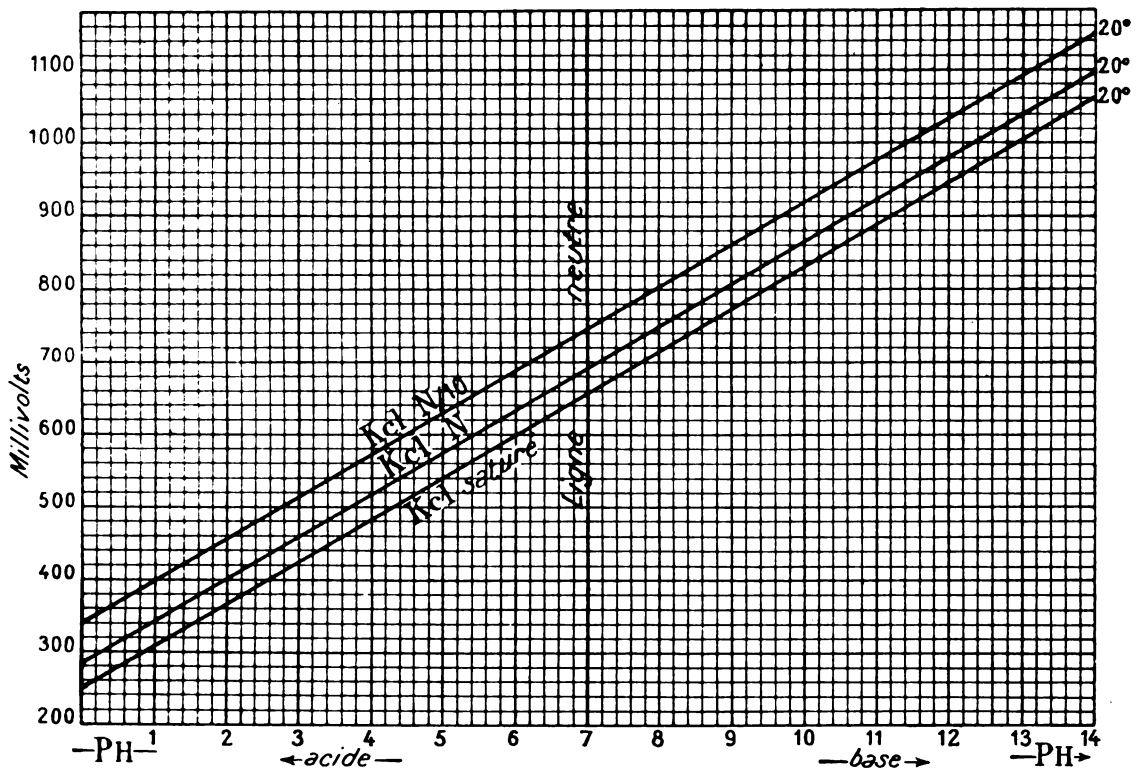


Fig. 12. — Abaque pour obtenir directement le PH quand on a lu la *f. e. m.* de la pile en millivolts. Chaque droite correspond à une concentration différente du chlorure de potassium de l'électrode au calomel. Ces abaques ne sont valables que pour une température déterminée (ici 20°).

Digitized by Google

efficaces, d'autres n'ont qu'une faible valeur...

Heureusement, les difficultés ne font qu'aiguillonner l'esprit inventif des chercheurs, et des méthodes toutes récentes permettent de se passer à la fois de liquides-étalons et de solutions-tampons. Telle est la méthode de GILLEPSIE.

Plaçons, dans un support approprié, appelé comparateur, deux rangées de neuf petits flacons à parois parallèles, exactement semblables entre eux et contenant chacun 5 centimètres cubes d'eau distillée. Dans la première rangée, ajoutons l'indicateur coloré choisi à cause de sa sensibilité pour la région désirée du P_H, à raison de une goutte dans le premier tube, deux gouttes dans le deuxième, et ainsi de suite jusqu'au neuvième ; puis ajoutons dans chacun d'eux une goutte d'un acide très étendu. Dans la deuxième rangée, mettons neuf gouttes du même indicateur dans le premier tube, huit dans le deuxième, et ainsi de suite jusqu'au neuvième, puis, dans chacun d'eux une goutte de soude très étendue. Le comparateur étant éclairé par derrière, regardons par transparence les deux rangées de tubes ; nous avons une gamme de teintes régulièrement variables allant, par exemple, du bleu au jaune, si l'on a pris comme indicateur le *bleu de bromothymol*, et correspondant toujours à dix gouttes de l'indicateur. Des tableaux annexés à l'appareil donnent, pour chaque indicateur, le P_H correspondant à la teinte observée. Il suffit alors de prendre trois flacons identiques ; de mettre dans l'un 5 centimètres cubes d'eau, dans l'autre le même volume du liquide à étudier, additionné de dix gouttes d'indicateur et de comparer aux autres l'ensemble de ces deux flacons ; les épaisseurs de liquide traversées par la lumière sont les mêmes, ainsi que le nombre de gouttes de l'indicateur ; le P_H cherché se déduit de celui du groupe de flacons qui a la même teinte ; il suffit de le lire sur le tableau.

A l'étranger, et particulièrement en Hollande, on a encore simplifié ces méthodes pour les rendre pratiques pour l'industrie. On vend, pour les laboratoires de sucrerie ou de fabriques de gélatine, des tableaux en couleur donnant avec une fidélité extraordinaire les teintes que prend un indicateur pour les différents P_H des solutions-tampons : des peintres allemands connus ne jugent pas indigne de leur talent de préparer à l'aquarelle, avec un soin minutieux, ces tableaux reproduits ensuite par la typographie. A l'aide d'un de ces tableaux, d'une pipette et de deux godets, une aide peut mesurer, à la précision de 5 à 10 p. 100, *une dizaine de P_H à l'heure.*

VIII. — Les résultats obtenus par la mesure du P_H.

Le grand nombre de méthodes imaginées pour la mesure du P_H montre assez combien la connaissance de cette grandeur est importante ; il n'y a guère en effet de branches de la chimie où ces mesures n'ont rendu des services.

Le premier emploi qui a été fait des mesures de force électromotrice l'a été naturellement dans les laboratoires d'analyse. Nous avons vu combien était incertain le titrage d'un acide par les anciens procédés ; si l'on mesure, au contraire, constamment la force électromotrice de la pile formée par une solution acide à laquelle on ajoute peu à peu de la soude, on note une variation continue de cette force électromotrice, puis *une augmentation brusque au moment de la saturation* ; la courbe obtenue présente un angle qui permet une grande précision dans le titrage. La mesure du P_H d'un acide ou d'une base étendue, même avec la précision de la méthode colorimétrique, permet de remplacer la notion un peu vague d'acide fort ou d'acide faible par un nombre précis : *la valeur de son P_H pour une dilution déterminée.*

La deuxième application que l'on a faite du P_H l'a été aux *recherches océanographiques.* On savait depuis longtemps qu'une eau de mer artificielle contenant exactement les sels que l'analyse chimique avait décelés était pourtant presque toujours impropre à la vie des poissons. La mesure du P_H a montré que l'eau de mer avait une réaction très légèrement alcaline, due probablement à certains sels neutres d'acides faibles comme l'acide carbonique ou l'acide sulfhydrique, et cette réaction était trop faible pour être mise en évidence par les procédés antérieurs ; seuls, les poissons, en y mourant, s'étaient montrés des réactifs plus sensibles que ceux dont on disposait. On a reconnu que la mer Noire avait le plus petit P_H, 7,26, c'est-à-dire la plus faible alcalinité et que les P_H des autres mers oscillaient entre 7,95 et 8,25 et diminuaient quand la profondeur augmente. Ces mesures ont permis de ravitailler, pour les poissons de nos mers, les aquariums en eau, de mer artificielle ; les proportions des différents sels qui entrent dans ce liquide n'ont pas l'importance qu'on leur avait attribuée, elles peuvent varier dans des limites assez larges, *seul le P_H doit se maintenir dans la zone très étroite comprise entre 7,9 et 8,2.*

Les résultats de la mesure du P_H en *physiologie* demanderaient à être exposés par quelqu'un de plus qualifié qu'un chimiste. Qu'il suffise pour le moment de savoir que l'on a mesuré le P_H de tous les liquides de l'organisme, chez l'individu sain comme chez le malade, car il est naturel de penser que la réaction de milieu joue un rôle important dans les phénomènes vitaux. Le P_H de certains liquides, comme l'*urine*, varie beaucoup, de 4,8 à 7,4 ; au contraire, celui de la *pepsine* reste dans des limites très étroites, 1, 5 à 1,6. Il eût été naturel de penser que le sang veineux, riche en acide carbonique, n'aurait pas le

Digitized by Google

même P_H que le sang artériel ; l'expérience a pourtant montré que la différence est très faible (de 7,3 à 7,4) ; il est probable que les sels du sérum jouent dans le sang le rôle des *substances-tampons*. Le lait de vache ($P_H = 6,5$) est plus acide que le lait de femme ($P_H = 7,6$) et l'on pense bien qu'on en a tiré des conclusions pour l'élevage au biberon des jeunes enfants.

Mais c'est surtout dans l'*étude des colloïdes* que ces mesures ont jeté un peu de lumière. On sait comment cesse l'état colloïdal : les grains minuscules et non visibles au microscope, jusque-là en suspension dans le liquide, se rapprochent en formant des agglomérats de plus en plus gros, qui deviennent visibles et précipitent sous forme de flocons : on dit que *le colloïde flocule*. Or, les recherches modernes ont montré que dans une liqueur colloïdale, les suspensions très fines et le liquide dans lequel elles nagent sont chargés d'électricité ; on comprend pourquoi la concentration en ions H, chargés d'électricité positive, ou en ions OH, chargés négativement, joue un rôle capital dans la protection ou la diminution de cet état spécial de la nature, suivant le signe de l'électricité dont sont chargées les suspensions. *La floculation est donc liée de façon immédiate au P_H du liquide ;* il y a, de même, pour chaque colloïde une valeur optima du P_H pour lequel la stabilité est maxima : c'est *le point isoélectrique*. Ces notions sont entrées rapidement dans la technique industrielle : c'est ainsi que les fabricants de gélatine caractérisent la valeur de leur marchandise par leur P_H et qu'une gelée ou une colle forte, faite avec une gélatine ayant son point isoélectrique 4,7, restera plus stable que toute autre. Le point isoélectrique du *glycocolle* ou de l'*alanine* est de 6,7, celui de la *caséine* est 4,7 comme pour la gélatine, et les fabricants de fromage devront un jour en tenir compte ; on conçoit d'ailleurs l'intérêt qu'auraient tous les industriels qui utilisent les colloïdes à s'outiller pour faire de telles mesures.

C'est probablement à la même cause que sont dues les variations très grandes du *développement des germes* dans les milieux où varie la concentration en ions H. On a pu déterminer, pour un grand nombre de bacilles de maladies graves, le P_H optimum de leur développement, 7,8 pour le pneumocoque, 7 pour le bacille typhique ou le bacille coli, 8 pour le vibrion cholérique et l'on prévoit l'éclosion de méthodes originales de traitement, agissant sur l'acidité ou la basicité des milieux dans lesquels se développent ces ennemis si redoutables.

Dans la *grande industrie*, on commence à voir apparaître ces mesures d'acidité : la plupart des sucreries allemandes ont déterminé, pour les jus sucrés, les P_H optima qui correspondent à une précipitation rapide du carbonate de chaux, après la carbonatation ; les distilleries connaissent les P_H qui conviennent au développement des différentes races de levure ; on a mis au point une méthode d'analyse des aciers permettant de déceler des traces de métaux, etc... Peu à peu ces méthodes de mesure, si faciles, s'introduisent dans toutes les industries, où elles diminuent le rôle qu'ont joué si longtemps l'empirisme et le « tour de main » ; la marche des fabrications en devient plus sûre et les rendements sont augmentés.

On comprend l'enthousiasme qu'ont fait naître tant de résultats, enthousiasme très légitime tant qu'il s'agit des faits expérimentaux eux-mêmes, mais qui dépasserait son but, s'il voulait conclure de l'importance de ces résultats à la validité d'une hypothèse. Quelques physico-chimistes, séduits par les idées de NERNST sur la pression d'ionisation d'un mé tal dans un de ses sels en solution, ont cru trouver une preuve des théories de leur maître dans l'abondance des faits que nous avons relatés. Or, pour qui sait regarder froidement, ces faits ne peuvent ni confirmer, ni infirmer les hypothèses qui les ont fait apparaître : la pression d'ionisation intervient bien dans la notion de différence de potentiel d'une électrode avec son liquide, mais nous avons vu qu'on ne peut mesurer cette différence de potentiel, et dès que l'on introduit deux liquides et deux électrodes pour faire une pile, dont on peut mesurer la force électromotrice, *seules subsistent dans l'équation finale les pressions osmotiques des ions*, tandis que s'éliminent les pressions d'ionisation.

La théorie de NERNST peut donc disparaître, son sort n'est pas lié à la relation certaine qui existe entre la force électromotrice d'une pile et la concentration des ions, relation qu'elle a eu le grand mérite de faire prévoir et découvrir, mais qui peut recevoir bien d'autres explications. C'est d'ailleurs le sort des hypothèses et des théories : faire découvrir de nouveaux phénomènes, puis retomber dans l'oubli dès que semble épuisé son pouvoir d'explication.

BIBLIOGRAPHIE A CONSULTER (EN FRANÇAIS) :

SÖRENSEN, Comptes rendus du laboratoire de Karlsberg, 1909, 1913, 1921. — MICHAELIS, Manuel de technique de physico-chimie, 1923. Masson, édit. — VINCENT, La concentration en ions H et sa mesure par la méthode électrométrique, 1924. Hermann, édit. — BARBAUDY, La concentration des milieux en ions H. *Revue générale des Sciences*, janvier et décembre 1925. — LEGENDRE, La concentration en ions H de l'eau de mer, 1925. *Les Presses universitaires de France*, édit.

On trouvera de très beaux tableaux en couleur des teintes données à six indicateurs par des P_H variant de 3 à 9,6 dans le n° 838, juillet 1926, de *Zeitschrift des Vereins der deutschen Zucker-Industrie*, Berlin.

Digitized by Google

Perturbations magnétiques et Activité solaire

PAR

A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

I. — Généralités sur le magnétisme terrestre.

On sait qu'en tout point, au voisinage du globe, une aiguille aimantée est soumise à une action directrice, ce qu'on caractérise en disant que la Terre est le siège d'un champ magnétique.

Le champ magnétique terrestre, qui peut être considéré comme uniforme en un lieu donné, varie en intensité et en direction d'un point à l'autre ; il varie en outre, en un même lieu, avec le temps.

La direction du champ en un point est celle que prend l'axe d'un barreau aimanté, suspendu librement par son centre de gravité.

Dans nos régions, cette direction va *à peu près* du sud au nord, mais elle est fortement inclinée sur l'horizon, le pôle nord pointant vers le sol.

On appelle *méridien magnétique* le plan vertical parallèle à la direction du champ terrestre. Le méridien magnétique et le méridien astronomique se coupent suivant la verticale. On appelle *déclinaison* l'angle formé par les deux demi-plans du côté nord ; la déclinaison est dite *occidentale* ou *orientale* suivant que le demi-plan nord du méridien magnétique est à l'ouest ou à l'est du méridien astronomique.

L'*inclinaison* est l'angle que fait la direction du champ terrestre avec sa projection sur le plan horizontal.

Il serait impossible de réaliser un instrument dans lequel le barreau serait suspendu librement par son centre de gravité. On emploie, dans la pratique, deux appareils :

1° La *boussole de déclinaison* (fig. 1), dans laquelle l'aiguille est mobile autour d'un axe vertical ; l'aiguille tourne autour de cet axe dans un plan horizontal de manière que la ligne des pôles se place dans le méridien magnétique ; l'angle de cette ligne des pôles avec le méridien géographique est l'angle de déclinaison.

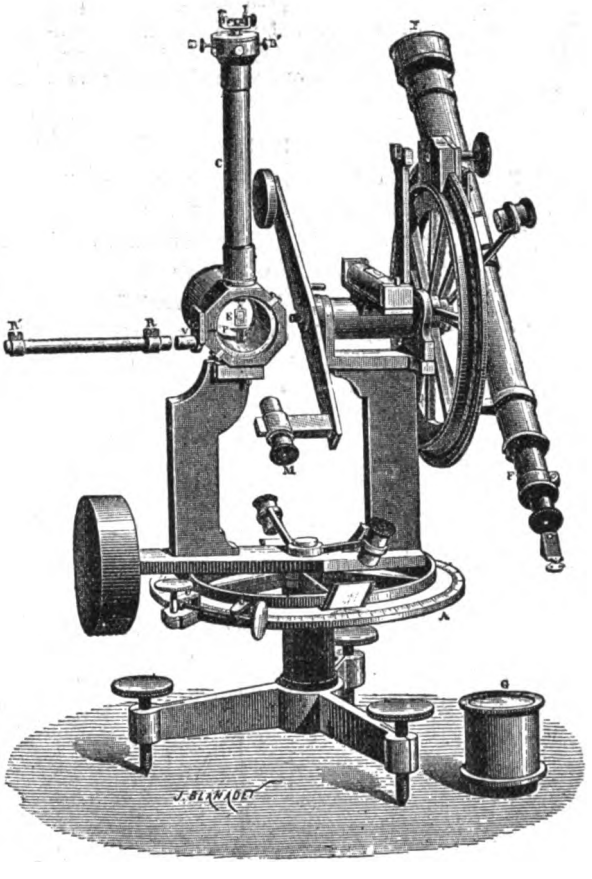


Fig. 1. — Boussole de déclinaison de Brunner.

2° La *boussole d'inclinaison*, de plan perpendiculaire, dans laquelle l'aiguille est mobile autour d'un axe horizontal passant par son centre de gravité. On place d'abord l'aiguille dans le plan du méridien magnétique ; elle s'incline alors autour de son axe de suspension, de manière à se placer parallèlement à la direction du champ terrestre ; l'angle que fait la ligne des pôles de l'aiguille avec un plan horizontal est l'angle d'inclinaison. Les éléments du magnétisme terrestre, déclinaison, inclinaison, intensité, varient d'un point à un autre du globe. La manière la plus simple de représenter le résultat des observations est de porter les nombres trouvés sur une carte géographique et de joindre par une ligne tous les points correspondant à une même valeur soit de la déclinaison, soit de l'inclinaison, soit de l'intensité.

Digitized by Google

Les lignes d'égale déclinaison ressemblent grossièrement à des méridiens et les lignes d'égale inclinaison à des parallèles, ces méridiens et ces parallèles étant rapportés à un même axe légèrement incliné sur l'axe de la rotation terrestre et aboutissant à deux points qu'on appelle les *pôles magnétiques*. En ces points, l'inclinaison est de 90°.

On donne le nom d'*équateur magnétique* à la ligne d'inclinaison nulle. A l'équateur magnétique, l'aiguille suspendue par son centre de gravité se maintient horizontale. Si l'on s'avance dans l'hémisphère boréal, le pôle nord s'incline de plus en plus vers le sol jusqu'à ce que l'aiguille devienne verticale au pôle magnétique. Dans l'hémisphère austral, c'est le pôle sud qui pointe vers le sol.

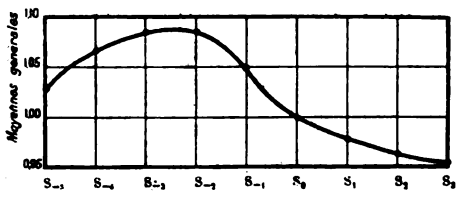


Fig. 2. — Variation de la valeur moyenne de l'activité solaire pendant les journées à perturbations magnétiques ainsi que les 5 journées précédentes et les 3 suivantes (moyenne de 4 ans).

Les éléments du magnétisme terrestre, en un lieu donné, ne sont pas constants, mais subissent des variations avec le temps. Parmi ces variations, les unes paraissent accidentelles, les autres présentent, au contraire, un caractère périodique bien marqué.

A Paris, la déclinaison, d'abord orientale, était nulle en 1666. Depuis cette époque elle est occidentale ; elle a été en augmentant jusqu'en 1824 où elle a atteint 24°. Elle est actuellement décroissante, et, suivant toute probabilité, redeviendra nulle vers l'année 2114. L'inclinaison diminue lentement depuis 1666 et continuera à diminuer jusqu'en 2114. Ces variations sont *séculaires*.

D'autres variations, désignées sous le nom de variations *diurnes*, paraissent liées au mouvement de la terre autour du soleil. Elles portent surtout sur la déclinaison, qui présente une oscillation diurne bien marquée, avec deux maxima et deux minima.

L'amplitude du déplacement de l'aiguille, qui dépasse rarement quelques minutes, est beaucoup plus grande pendant le jour que pendant la nuit.

Les variations accidentelles appelées encore perturbations ou orages magnétiques se produisent simultanément sur une grande partie de la surface du globe. Depuis longtemps on a remarqué qu'elles coïncident avec l'apparition d'aurores polaires et qu'elles sont le plus fréquentes lors des périodes d'activité solaire caractérisées par une recrudescence des taches. M. Charles Maurain, directeur de l'Institut physique du Globe de Paris, a récemment étudié de ce point de vue les observations faites sans interruption au cours d'une période de quarante et une années (1883-1923) à l'observatoire du Parc-Saint-Maur (1883-1900) et à l'observatoire du Val-Joyeux (1900-1923).

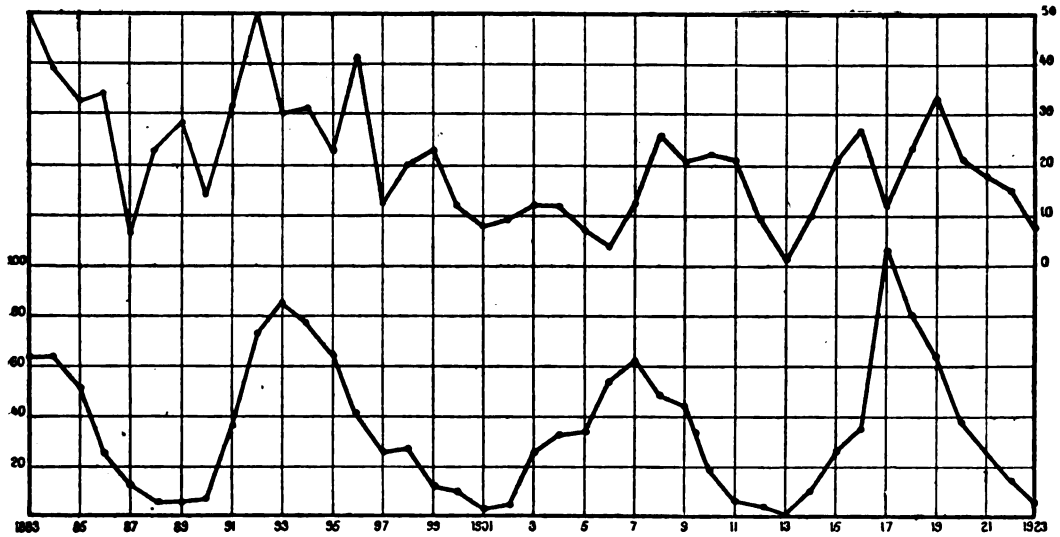


Fig. 3. — Nombre annuel des journées à perturbation magnétique (en haut), et valeurs moyennes annuelles de l'activité des taches solaires (en bas).

Nous nous proposons de résumer ici sa magistrale étude qui touche à une des questions de la physique du globe, celle des relations entre l'activité solaire et le magnétisme terrestre.

II. — Nature de la relation entre les perturbations magnétiques et l'activité solaire.

S'il existe en gros une relation entre l'activité

Digitized by Google

solaire et les perturbations magnétiques, c'est-à-dire si le nombre de ces perturbations est généralement plus grand aux époques où s'accroît le nombre des taches, cette relation n'a pas le caractère de généralité et de simplicité qu'on lui attribue parfois. C'est ce qui résulte, comme on va le voir, des intéressants rapprochements faits par M. Maurain.

Pendant les quarante et une années 1883-1923, il y a eu 855 journées à perturbations magnétiques, soit 5,7 p. 100 du nombre total des journées. Afin de préciser comment varie l'activité solaire au voisinage des jours à perturbations magnétiques, M. Charles Maurain a relevé les valeurs de l'activité solaire, mesurée par l'abondance des taches, pour chacune de ces 855 journées, pour chacune des cinq journées précédant celle où s'est produite la perturbation et pour chacune des trois journées suivantes. Le graphique de la figure 2 représente les moyennes des valeurs ainsi relevées pour les 855 séries d'observations. On voit que l'activité solaire passe par un maximum deux jours et demi environ avant la journée à perturbation magnétique.

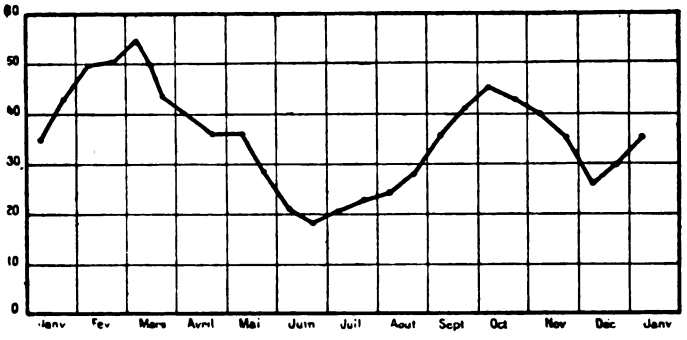


Fig. 4. — Variation annuelle du nombre des perturbations magnétiques (d'après 41 années d'observation).

Le graphique de la figure 3 (voir la légende) montre que, conformément à l'opinion courante, l'activité des taches solaires est beaucoup plus grande aux époques de maximum de perturbations magnétiques (autour des années 1883, 1892, 1905, 1907, 1917) qu'aux époques de minimum (autour des années 1889, 1901, 1923).

Si poussant l'examen dans le détail, on porte son attention sur l'importance de chacune des perturbations magnétiques, on constate qu'elles sont à peu près du même ordre de grandeur aux différentes époques, mais qu'il y en a seulement en moyenne davantage aux époques de maximum d'activité solaire. Cette constatation est très importante pour approfondir la nature de la relation qui existe entre les perturbations magnétiques et l'activité solaire. En particulier, elle montre qu'une perturbation magnétique déterminée peut être reliée à un phénomène solaire déterminé, mais ne dépend pas de l'ensemble de l'activité solaire. De plus, un examen détaillé montre que, pendant les époques de faible activité solaire, des journées à perturbation magnétique correspondent parfois à une absence complète de taches, non seulement le jour de la perturbation et les deux ou trois jours précédents, mais aussi pendant des durées plus grandes. Enfin, si les perturbations magnétiques sont d'ordinaire plus fréquentes aux époques de maximum d'activité des taches, cette correspondance n'est pas absolue : ainsi pendant les années 1905-1906 qui appartiennent à une époque de forte activité solaire, le nombre de perturbations magnétiques a été au contraire très faible.

Ces faits peuvent être interprétés en admettant que parmi les perturbations magnétiques, les unes sont reliées aux taches solaires, les autres ont une origine différente. Il n'est pas nécessaire de supposer que les perturbations de la première catégorie dépendent directement des taches ; il se pourrait que les taches d'une part, et ces perturbations magnétiques d'autre part, fussent des manifestations d'un même état quasi-périodique du soleil. Dans la deuxième catégorie se rangeraient une grande partie des perturbations qui se produisent pendant les périodes de faible activité des taches. L'origine de ces perturbations pourrait d'ailleurs se rattacher au même état périodique du soleil que celle des autres perturbations.

« Ces considérations, indique M. Maurain, sont parfaitement conciliables avec les théories qui attribuent l'origine des perturbations magnétiques à la projection par le soleil de particules électrisées. Les études statistiques conduisent à attribuer à l'intervalle de temps qui sépare une perturbation magnétique du phénomène qui en est l'origine une durée variable. Or les particules électrisées émises par le soleil peuvent avoir des vitesses différentes suivant leur nature ou suivant l'intensité des phénomènes solaires correspondants. L'action du champ magnétique solaire peut avoir sur elles, suivant une conception de M. Deslandres, une influence retardatrice variée. D'ailleurs, on a supposé que des perturbations magnétiques peuvent être produites de manière indirecte par des particules émanant du soleil, celles-ci intervenant alors en modifiant l'ionisation atmosphérique (Cartheim Gyllensköld, Schuster, Bauer). Enfin on a attribué aussi l'origine des perturbations magnétiques à l'action de courants produits dans l'intérieur du globe par l'induction d'actions électromagnétiques extérieures (Bosler) ».

Digitized by Google

III. — Variation des perturbations magnétiques au cours d'une année.

La figure 4 indique comment se répartissent sur les divers mois de l'année les perturbations relevées en 41 années d'observations. Elle montre une variation annuelle très nette avec deux maxima qui correspondent à peu près à 15 jours avant l'équinoxe de printemps et à 15 jours après l'équinoxe d'automne. Pour interpréter cette variation, on l'a rapprochée du fait que, à l'époque des équinoxes, toute la surface de la terre se trouve exposée au rayonnement solaire, tandis qu'à l'époque des solstices, une partie des régions de haute latitude reste dans l'ombre pendant un certain temps. On a fait également intervenir l'inclinaison de l'axe de rotation du soleil sur le plan de l'écliptique. M. Maurain a cherché si l'on pouvait mettre en évidence une influence de la variation des taches solaires en latitude sur la variation annuelle des perturbations ; il a constaté que l'allure de cette variation annuelle est à peu près la même, avec deux maxima, quelle que soit la période du cycle des taches que l'on considère. La seule remarque nette est que les maxima se produisent plus tard aux époques pour lesquelles les taches sont assez élevées en latitude (c'est-à-dire pendant les années qui suivent les époques de minimum des taches) qu'aux autres époques du cycle. Les dates de ces maxima sont à peu près le 7 avril et le 7 novembre ; ces dates s'écartent assez de celles auxquelles la terre est le plus éloignée de l'équateur solaire, qui sont le 6 mars et le 5 septembre.

Il semble donc que la variation annuelle des perturbations puisse être reliée à la variation de la position de la terre par rapport au plan de l'équateur solaire, mais ce dernier phénomène n'intervient pas seul dans la répartition annuelle des perturbations.

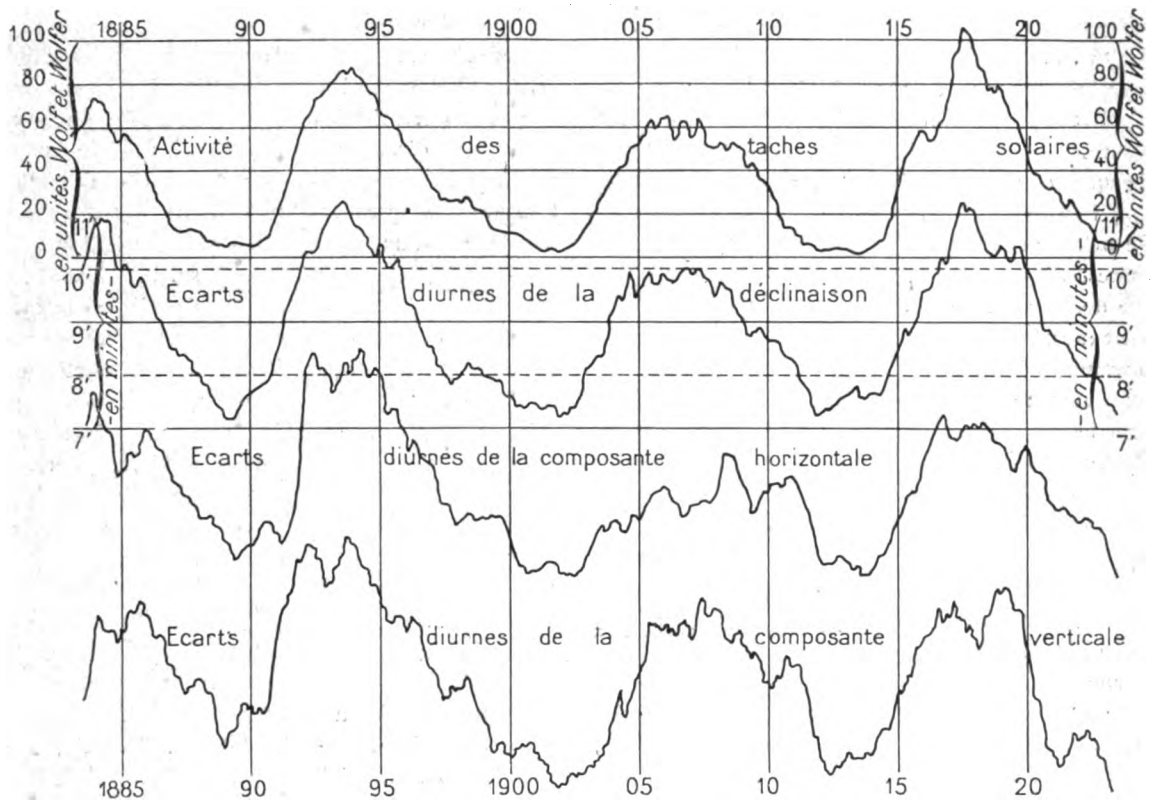


Fig. 5. — Parallélisme des courbes d'activité solaire et d'écarts diurnes magnétiques entre 1883 et 1923.

IV. — Relation entre la variation diurne des éléments magnétiques et l'activité solaire.

La variation dans le cours des temps de l'amplitude de la variation diurne des éléments magnétiques présente un parallélisme étroit avec la variation de l'activité solaire. Le graphique de la figure 5, établi par M. Maurain, montre que le parallélisme est le plus marqué entre les courbes relatives à l'activité des taches et à l'écart diurne de la déclinaison. Les courbes relatives aux deux composantes, tout en ayant une allure générale semblable à celle des deux précédentes, présentent des particularités assez accentuées ; par exemple, les maxima de 1893 et de 1917, qui sont si nettement marqués sur les courbes des taches et de la déclinaison, se fragmentent en plusieurs points séparés par des dépressions qui correspondent à peu près aux plus fortes valeurs de l'activité des taches.

Digitized by Google

Les industries primitives
Leur répartition et leur date (II) [1]

PAR

MM. les abbés A. et J. BOUYSSONIE

Chelléen, Acheuléen, Moustérien

1° En France *(suite)*

Les gisements moustériens sont extrêmement nombreux en France, non seulement dans le Nord, mais tout autour du Plateau central, et au pied des Pyrénées. Nous nous bornerons à étudier quelques stations caractéristiques.

Et d'abord, le Moustier, qui a donné son nom à cet âge préhistorique. Dans la vallée de la Vézère, à 10 kilomètres en amont des Eyzies, s'étagent deux abris sous roche, bien exposés au midi, où les silex gisaient par milliers. Le sympathique et regretté capitaine Bourlon, puis M. Peyrony, ont établi la superposition des couches archéologiques (fig. 13).

On peut la résumer ainsi : à la base, outillage acheuléen et faune tempérée. Au-dessus, deux niveaux successifs avec moustérien et nombreux bifaces (donc moustérien de tradition acheuléenne) ; débris de bœuf en quantité, mais le renne apparaît dans ces foyers. Puis vient un lit de sable avec pièces roulées (attribué par M. Peyrony à une inondation colossale). Alors seulement, existe un foyer avec industrie moustérienne classique ; et, d'ailleurs, beaucoup de renne. Plus tard sont revenus d'autres moustériens différents qui ont laissé des bifaces nombreux et beaux ; d'autres encore qui fabriquaient des pointes incurvées ; enfin des aurignaciens ont essayé de s'installer, mais ont dû être chassés par l'éboulement de la voûte.

A quelques kilomètres du Moustier, La Ferrassie a donné à MM. Peyrony et Capitan une coupe non moins complète. On y a trouvé : à la base, industrie d'allure acheuléenne et faune tempérée, sensiblement les mêmes qu'au Moustier ; au-dessus, dans deux foyers superposés aussi, même faune qu'au Moustier avec renne ; mais outillage très différent, c'est du moustérien classique. Plus haut, après une mince couche de moustérien très évolué, s'étagent plusieurs foyers aurignaciens (fig. 14).

En comparant Le Moustier et La Ferrassie, on constate le fait d'émigrations de tribus d'une station à l'autre. Par ailleurs, la première se trouve la moins riche en vrai moustérien — comme aussi en squelettes de cet âge et dont nous n'avons pas parlé ; — anomalie analogue à celle que nous avons constatée pour le chelléen de Chelles.

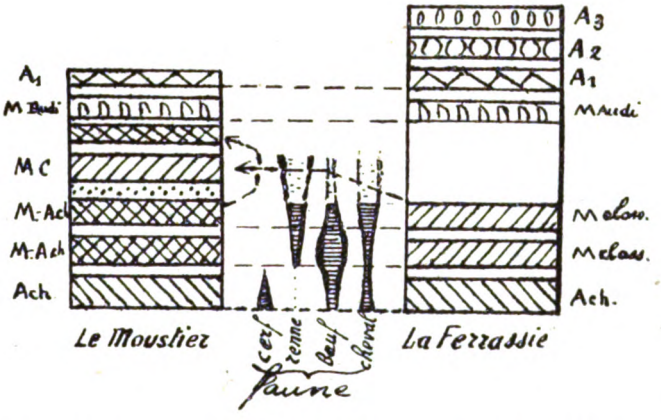


Fig. 13 et 14. — Coupe schématique des foyers superposés, au Moustier et à la Ferrassie. M. Ach = moustérien de tradition acheuléenne M class = moustérien classique. A_1, A_2, A_3 = aurignacien.

Nous ne pouvons que nommer quelques-unes des autres stations. Comme moustérien classique : la Quina et Petit-Puymoyen (Charente), Grèzes et Prats-de-Carlux (Dordogne) ; Flaujac (Lot) ; Chez-Pourré et La Chapelle-aux-Saints (Corrèze). Comme moustérien de tradition acheuléenne : Combe-Capelle et Laussel (niveaux inférieurs), Pech de l'Aze, gare de Couze, Tabaterie, Abri Audi (Dordogne) ; Lherm, Gargas et Bouïcheta, au pied des Pyrénées. Cette dernière est certainement postérieure à la dernière grande invasion glaciaire qui avait ennoyé la grotte.

Un autre gisement, dans les Basses-Pyrénées, aux portes de l'Espagne, mérite qu'on s'y arrête. C'est l'abri Olha, fouillé par M. Passemard. Dans une carrière, trois niveaux de foyers nettement séparés par des éboulis ont été reconnus. Le plus récent contient du moustérien classique, avec, comme faune, mammouth, rhinocéros tichorhine, et renne,

(1) Voir le n° précédent de *la Science Moderne*.

Digitized by Google

accompagnés de cerf. Le niveau moyen paraît être du même horizon industriel, mais le renne y est très rare. Dans le niveau inférieur, où quatre foyers sont superposés, voilà que la faune change complètement : elle est chaude ou du moins tempérée, avec rhinocéros de Merck et cerf. L'industrie aussi est toute différente ; appartenant à la tradition acheuléenne, par ses « coups-de-poing », plus ou moins déjetés ; bien moustérienne par ses éclats retouchés, même dentelés ; enfin elle présente ce fait particulier d'être riche en grands éclats de quartzite ou d'ophite, ayant un talon arrondi, deux bords plus ou moins rabattus, et une extrémité tranchante (éclats pugiloïdes de M. Passemard). Il existe quelques pièces analogues dans les alluvions de la Garonne ; mais elles abondent à Castillo, en Espagne, et surtout dans l'Afrique du Nord (fig. 16) qui paraît donc être le lieu d'origine.

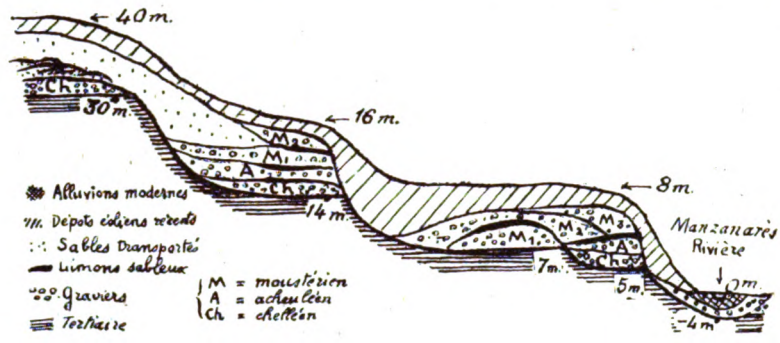


Fig. 15. — Coupe schématique des terrasses quaternaires de la vallée du Manzanarès à Madrid, d'après le Dr Obermaier. Les hauteurs sont très exagérées. La rivière coule à 565 mètres au-dessus de la mer.

Un autre problème s'est posé à Olha. Les foyers les plus inférieurs, d'ailleurs bien misérables, sont directement sur la roche, à 12 mètres environ au-dessus de la Nive, et recouverts d'une couche, assez mince, d'origine alluviale (l'industrie à grands éclats est superposée à ce gravier sableux). On aurait donc un reste d'alluvions qui correspondrait à la terrasse 15 mètres des autres rivières (glaciation Würm). Alors deux hypothèses sont proposées par M. Passemard : ou les foyers, placés sur le rocher, étaient antérieurs aux dépôts formant la terrasse de 15-17 mètres et ont été recouverts par ceux-ci (ces dépôts ayant été ensuite partiellement déblayés) ; ces foyers sont alors en pleine terrasse ou même antérieurs ; ou bien ils ont été établis pendant le ravinement, déjà très avancé, de la terrasse 15 mètres et recouverts par une crue pouvant provenir d'un ruisseau voisin montant une dernière fois vers 12 mètres ; et alors tout le dépôt est postérieur à la terrasse würmienne.

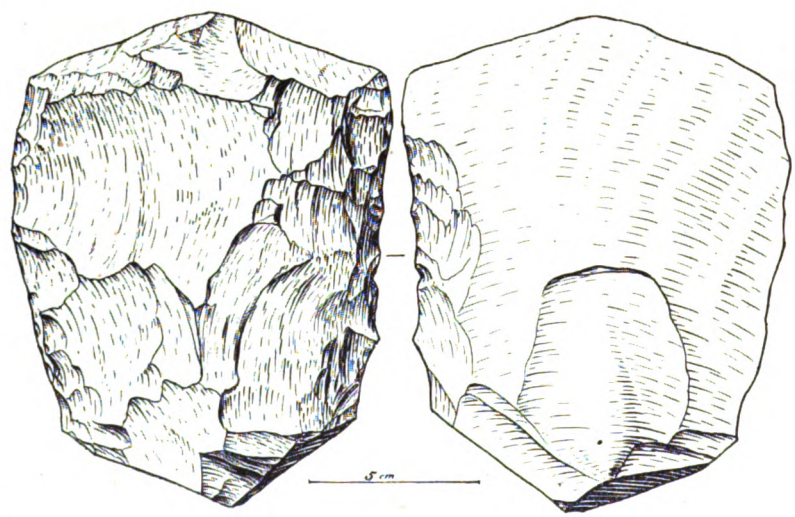


Fig. 16. — Grand éclat pugiloïde en pétrosilex, provenant de la région de Beni-Abbès (réc. Adr. Personne).

M. Passemard ne choisit pas entre les deux alternatives ; les faits constatés ailleurs feraient pencher plutôt pour la première.

Mais que conclure de la présence de ce moustérien à faune tempérée, et éclats pugiloïdes. Le même, à Castillo, dans les Pyrénées espagnoles, a été précédé d'une industrie plus ancienne, mal caractérisée, et avec renne. Cette première habitation serait donc d'une époque glaciaire antérieure ; après quoi, les moustériens à tradition acheuléenne seraient remontés du Nord-Africain, avec la faune tempérée, jusqu'en pleine France. Mais le froid würmien ne tarde pas à se faire sentir en Dordogne, amenant l'arrivée du renne, venu du Nord-Est, et avec lui, des tribus moustériennes « classiques », qui disputeront la place aux premiers occupants des abris sous roche. Cependant, la faune tempérée (rhinocéros tichorhine) subsistait plus longtemps en Espagne et en pays basque (tout comme à Grimaldi). Le froid finit par gagner même le Midi ; et le renne, avec des moustériens purs, passa par deux fois à Olha, sans franchir d'abord les Pyrénées ; tandis que les hommes purent le faire et descendre jusqu'au

Digitized by Google

Sud. Ce n'est que plus tard après la disparition des moustériens eux-mêmes, remplacés par des aurignaciens, que le renne pénétra jusqu'à Castillo, une dernière fois.

2° Autour de la Méditerranée.

Le Dr Obermaier est un des auteurs de la splendide fouille de Castillo dont nous venons de parler. C'est à lui, qui connaît à fond l'Espagne préhistorique, que nous emprunterons quelques autres indications sur la péninsule Ibérique.

D'abord une coupe de la vallée du Manzanarès, à Madrid (fig. 15). Le soubassement de cette vallée est une roche tertiaire présentant quatre ressauts, vers 30, 14, 7 et 5 mètres au-dessus du niveau actuel de la rivière, et un creusement à 4 mètres au-dessous. Des dépôts ultérieurs ont élevé le niveau de ces marches d'escalier, respectivement à 40, 16 et

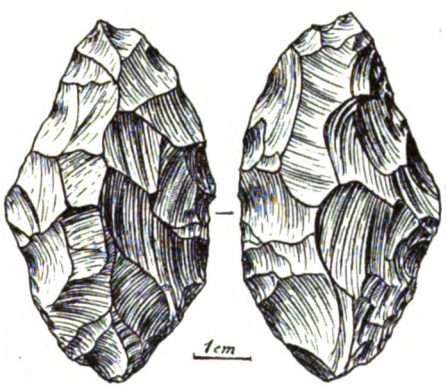


Fig. 17. — Pointe « s'baïkienne » (récolte M. Reygasse).

8 mètres environ. A la base de chacun d'eux est un lit de galets, mêlés de sable, contenant du chelléen, au-dessus, d'autres graviers, plus fins, avec de l'acheuléen ; enfin des dépôts moustériens nombreux et complexes (le Dr Obermaier compte plus de dix facies industriels) dans des couches de limons fluviatiles ou de lœss éolien. Il est intéressant de comparer cette coupe avec celles de la Garonne et de la Somme : on y voit, à côté de ressemblances, certaines divergences qui montrent la complexité du problème.

Il y a lieu de rappeler, d'ailleurs, qu'à l'inverse de l'Angleterre et de l'Allemagne, l'Espagne n'a jamais connu de grands glaciers ; la faune froide, indiquant un climat rigoureux (renne, mammouth), n'apparaît que sur deux points, les seules voies praticables, vers la Catalogue, et vers la région Cantabrique.

Un gisement chelléen intéressant est celui de Torralba, à quelque 150 kilomètres Nord-Est de Madrid, à plus de 1 100 mètres d'altitude, qui fut exploité par le marquis de Cerralbo. Il contenait une industrie remarquable : « coups-de-poings » chelléens en quartzite, calcédoine ou même calcaire, et autres instruments variés plus petits ; et de plus une quantité considérable d'os et d'ivoire d'éléphants (éléphant antique, ou parfois éléphant méridional). On pense que des troupes de ces animaux, au cours d'une période chaude, montaient, sur ces hauts plateaux, chercher un climat plus frais en même temps qu'une végétation luxuriante ; car il s'y trouvait des lagunes aujourd'hui à sec. Et les peuples chasseurs de l'époque allèrent naturellement à leurs trousses.

Le chelléen a été trouvé sur d'autres points de la péninsule ; mais pas dans le Nord.

Un peu partout, en plein air ou dans des grottes, on a recueilli de l'acheuléen et du moustérien. Le premier est souvent moins beau qu'en France, la

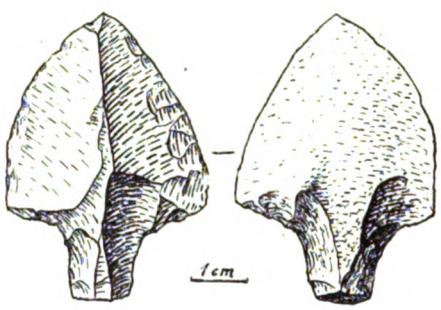


Fig. 18. — Pointe à pédoncule moustérienne, « atérienne » (récolte M. Reygasse).

matière employée (quartzite ou ophite) ne se prêtant guère à une belle retouche. Le moustérien présente plusieurs facies, analogues à ceux que nous avons vus en Dordogne, avec, en plus, des modèles venus d'Afrique (précapsien de M. Perez de Barradas, pièces analogues au s'baïkien et l'atérien de M. Reygasse). Le moustérien classique est descendu jusqu'à Gibraltar, où miss Dorothée Garrod a eu la joie de trouver récemment un squelette fossile, avec outillage de cette époque.

***

Jetons un coup d'œil sur l'Italie. Aux Baoussé-Roussé, tout près de la frontière française, les fouilles importantes du prince de Monaco ont fourni, à la base du remplissage des grottes, une industrie d'éclats

Digitized by Google

de quartzite, de facture moustérienne, mais avec faune chaude (hippopotame, éléphant antique, etc.). L'explication paraît simple : ce coin, abrité comme aujourd'hui, gardait un climat privilégié, tandis que l'Europe septentrionale se réfrigérait.

Les industries chelléennes, acheuléennes et moustériennes ont été d'ailleurs recueillies sur divers points de la péninsule, en particulier dans des alluvions. Elles manquent complètement en Corse et en Sardaigne ; peut-être même en Sicile. Nous ne citerons que le gisement de Capri (alors relié à la terre ferme) ; sous 3 mètres de débris volcaniques, on a trouvé de magnifiques coups-de-poing en quartzite, associés à une faune antique (plutôt chaude).

L'Afrique du Nord, où nous passons maintenant, était alors loin d'être un désert. Sur le Sahara actuel, coulaient des rivières ; la végétation était abondante ; le pays était sillonné par des troupeaux de bœufs, de chameaux, de girafes, d'antilopes, par des éléphants, des rhinocéros, des hippopotames ; y vivaient aussi de grands félins.

En même temps, l'industrie humaine se répand, un peu partout, et paraît remonter, comme en Europe, à une très haute antiquité, avec les mêmes phases, dans les grandes lignes.

Nous nous bornerons à quelques particularités. Nous avons déjà signalé les grands éclats pugiloïdes ; ils abondent, spécialement dans le Sahara occidental (fig. 16). M. Reygasse, entre autres belles découvertes, a trouvé, associés à de l'acheuléen classique, de petits bifaces lancéolés, très amincis (fig. 17) ; il en fait le *S'Baïkien*, qui existe aussi en Egypte. Il a reconnu aussi l'âge moustérien de pointes à pédoncules en pétrosilex (fig. 18) considérées longtemps comme néolithiques ; elles étaient en place dans les foyers, bien datés, de Bir-el-Ater ; c'est l'*Atérien*.

En Egypte, le P. Bovier-Lapierre, qui a signalé le préchelléen du Caire dont nous parlions plus haut, a découvert aussi des ateliers ou foyers, en place : moustérien, dans les dépressions de la plaine ; chelléen, sur quelques monticules en bordure des collines ; acheuléo-moustérien sur les collines elles-mêmes.

Du reste ces dépôts de paléolithique ancien, caractérisés par une patine « chocolat » s'étendent loin vers le Sud, en place sur le sommet des falaises qui bordent la vallée, à l'état dérivé dans les alluvions. M. Ed. Vignard en a recueilli à Nag-Hamadi et à Kom-Ombo.

En Syrie et Palestine, on a déjà découvert beaucoup de silex taillés de ces âges anciens ; on a même signalé un squelette d'âge moustérien près du lac de Tibériade. Et, plus loin encore, dans une récente exploration de la vallée de l'Euphrate, M. Passemard a mis la main sur un biface chelléen, qui gisait dans les graviers de la terrasse alluviale de 30 m.

3° En Europe centrale :

Un fait singulier est d'abord à signaler. Le chelléen tel que nous l'avons trouvé dans l'Ouest-Européen n'existe pas dans l'Europe centrale: A sa place nous constatons l'existence d'une industrie à éclats, qui paraît être l'ancêtre de notre moustérien classique : ce serait donc un *prémoustérien*.

Deux stations bien connues, avec faune chaude, paraissent appartenir à cet horizon : l'une en Allemagne, à Taubach, près Weimar, l'autre en Yougo-Slavie, à Krapina (niveaux inférieurs). La deuxième contenait une industrie un peu plus raffinée, ainsi que pas mal de restes humains.

Le Dr Obermaier rapporte aussi au prémoustérien l'industrie de deux grottes fouillées en Suisse, Wild-Kirchli, à 1 500 mètres, et Drachenloch, à 2 500 mètres d'altitude. Ces grottes ne purent être habitées que pendant un interglaciaire, car elles furent bloquées au cours des grandes glaciations. La faune est constituée d'animaux de montagnes.

Au Drachenloch, M. Bœschler signale la présence de plusieurs sortes de coffres rectangulaires, à parois et couvercle en pierres sèches, dans lesquelles étaient soigneusement entassés des crânes et de gros os d'ours des cavernes. Est-ce pratique magique de chasse, qui daterait ainsi du prémoustérien?

Le Dr Obermaier estimait que le prémoustérien vient de l'Est. Une découverte récente paraît confirmer cette idée. M. Bontch-Osmolowski, conservateur du Musée russe de l'ancien Pétrograd a trouvé, dans une grotte fouillée par lui en Crimée, à Kik-Koba, deux niveaux : celui de base, avec faune tempérée et industrie d'éclats de silex atypiques ressemblant à ceux de Taubach ; un foyer superposé avec faune froide et une sorte d'acheuléo-moustérien.

Dans le reste de l'Europe centrale on trouve bien aussi, plus récentes que le prémoustérien, des industries à bifaces, morphologiquement acheuléennes. Elles paraissent distinctes, en réalité, de notre industrie de ce nom, d'après le Dr Obermaier, M. Skutil et d'autres. Nous ne pouvons que citer : les « coups-de-poing » de la Klause (Bavière), accompagnés d'une faune froide ; la station de Miskolcz (Hongrie) qui fait présager le solutréen ; d'autres trouvailles en Hongrie, en Pologne, etc.

Enfin le moustérien « classique » existe un peu

Digitized by Google

partout, excepté naturellement dans les régions qu'un manteau de glace rendait inhabitables. Nous ne nommerons que le « Rocher-du-Bœuf », le « Trou-du-Diable » et la célèbre grotte de Sipka, en Tchéco-Slovaquie ; la dernière ayant donné une mâchoire humaine d'âge moustérien.

4° En dehors du monde méditerranéen :

L'âge de pierre ancien paraît avoir existé sur toute la surface de l'ancien continent, sauf dans les contrées septentrionales. En particulier le type biface, ou « coup-de-poing » est répandu sur tout le continent africain, ainsi que dans les Indes ; même, d'après de toutes récentes découvertes, existe en Indochine ; et, le plus souvent, il paraît y être à l'état fossile. La Chine du Nord a fourni un moustérien évolué (P. Teilhard de Chardin).

L'Océanie en était encore, il y a à peine un siècle, à l'âge de la pierre. A-t-elle connu du « paléolithique » ? on ne saurait encore l'affirmer, faute de découvertes suffisantes. Il en est de même de Madagascar.

Pour l'Amérique, il y a quelques faits, mais qui ne paraissent pas décisifs. Ainsi des argilites bifaces, taillées certainement, ont été trouvées dans des alluvions, aux États-Unis ; leur ancienneté n'est pas encore établie d'une façon certaine. Le Canada n'a rien fourni et ne donnera sans doute jamais rien des industries des périodes froides : il était gelé. En Amérique du Sud, Ameghino a bien accumulé une foule d'observations ; mais ses déductions hâtives sont rejetées par la majorité des préhistoriens les plus compétents. La question reste ouverte.

Age géologique du paléolithique.

On a essayé de synchroniser, d'une part, des phénomènes géologiques connus, d'autre part, l'apparition des produits de l'industrie humaine dans le monde circum-méditerranéen.

Ces phénomènes géologiques sont des périodes glaciaires. On en admet généralement, à la suite de Penck, quatre principales, à savoir, celles de Günz, de Mindel, de Riss, de Würm. Entre ces périodes, il y a un temps de réchauffement, avec recul des glaces ; après la dernière vient un post-glaciaire plutôt sec ; puis le climat s'est adouci pour devenir le nôtre.

M. Depéret a montré qu'à ces phénomènes glaciaires correspondent des affaissements et des soulèvements du sol, comme le révèlent les déplacements des lignes de rivage. Corrélativement, il y eut, dans les vallées, des dépôts d'alluvions, suivis de creusement, ce qui donna des terrasses à des altitudes différentes. Ces terrasses seraient, respectivement, celles de 90-100 mètres ; 55-60 mètres ; 25-30 mètres ; 15-20 mètres, au-dessus du lit actuel des rivières.

Naturellement, les faits sont en réalité très complexes. Les phénomènes glaciaires n'ont pas eu partout la même intensité. L'amplitude des mouvements du sol paraît avoir été plus grande en Angleterre (qui était au bord de l'inlandsis). Aux yeux de certains spécialistes, il faut réduire le nombre des périodes glaciaires ; pour d'autres, il faut les dédoubler ! Les géologues sont encore à s'entendre pour fixer la limite des ères tertiaire et quaternaire (on la met plus généralement dans l'interglaciaire Gunz-Mindel).

Admettons tout de même les grandes lignes du cadre géologique, et voyons où se place l'industrie humaine.

Tout le monde est d'accord pour dater le plein moustérien : il appartient à la dernière période glaciaire, Würm, — terrasse de 15-20 mètres. — Le paléolithique dit récent, aurignacien, solutréen, magdalénien, s'épanouira donc pendant le post-glaciaire qui a suivi.

Mais le désaccord est complet quand on recule dans le temps. M. Boule estime que les plus anciens silex taillés, le chelléen et l'acheuléen, ne remontent pas plus haut qu'une dernière grande phase interglaciaire. Le Dr Obermaier et M. Mayet pensent qu'un préchelléen doit être placé dans l'interglaciaire ou le glaciaire précédent. Le Dr Capitan considère que des industries éolithiques d'éclats usagés ont existé dans les périodes antérieures. M. Breuil, à la suite des observations faites en Angleterre, croit devoir introduire un « cromérien », et un préchelléen, dès la fin du glacier de Günz. Le chelléen et l'acheuléen s'échelonnent ensuite. Pendant une glaciation qui serait de Riss, apparaissent (en Angleterre) des industries à grands éclats ; l'une d'elles, le « Levalloisien » passe en France pendant l'interglaciaire suivant, et y alterne avec de l'acheuléen, pour fusionner et aboutir à du moustérien.

En somme, depuis l'apparition de l'industrie humaine en Europe, M. Boule ne place qu'une glaciation importante ; MM. Obermaier et Mayet en insèrent deux ; M. Breuil penche pour trois. M. Boule s'appuie surtout sur les données paléontologiques ; M. Mayet sur les phénomènes géologiques de terrassements ; MM. Obermaier et Breuil ajoutent une connaissance approfondie de l'outillage archéologique. On obtient le tableau suivant :

Digitized by Google

TABLEAU RÉSUMANT LES CARACTÈRES DES HORIZONS PALÉOLITHIQUES

AGE GÉOLOGIQUE			PLACE DES INDUSTRIES PALÉOLITHIQUES d'après divers auteurs.			
D'après PENCK Glaciations	D'après DEPÉRET Étage	Terrasses	Boule	Mayet	Obermaier	Breuil
I GÜNZ ..... interglaciaire	Sicilien	90-100 m.	..... » ..... »	..... » ..... »	..... » ..... »	..... » ..... cromérien préchelléen
II MINDEL .... interglaciaire	Milazzien	55- 60 m.	..... » ..... »	..... » ..... »	..... » ..... préchelléen	chelléen I chelléen II acheuléen I-II
III RISS ..... interglaciaire	Tyrrhénien	28- 30 m.	..... » ..... chelléen acheuléen	..préchelléen ... chelléen acheuléen	..chelléen (?)... chelléen I et II acheuléen I et II moustérien I	..prémoustériens acheuléen III et levalloisien
IV WÜRM..... post-ou épi-glaciaire	Monastirien	18- 20 m.	..moustérien ... aur. (toundras) solutréen mag. (steppes)	..moustérien ... aurignacien solutréen magdalénien	..moustérien II. aurignacien I aurignacien II solutréen magdalénien	..moustérien ... aurignacien solutréen magdalénien
Adoucissement de la température			Industries mésolithiques : azilien, tardenoisien, campignyien, maglemosien.			
Climat actuel			Industries néolithiques (pierre polie) ; Industries des métaux : cuivre, bronze, fer.			

Fig. 19. — Le premier des « hommes modernes » : crâne du vieillard de Cro-Magnon (Dordogne), découvert en 1868 par Louis Lartet auprès des Eyzies. Cet homme marque le début du paléolithique moderne (étage *aurignacien*). Tel était donc, au moins en France, le type humain au moment où se forme la période paléolithique inférieure, à outils de pierre éclatée, qui fait l'objet de l'article ci-dessus. Désormais, vont apparaître les outils d'os, les dessins gravés ; et le Renne, apparu dès le Moustérien, va caractériser par son abondance cette nouvelle période, dont les trois étages (Aurignacien, Lolutréen, Magdalénien) occupent le bas du tableau ci-dessus. Le climat devient plus sec après la glaciation würmienne.

Digitized by Google

La Saison aéronautique 1927

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur A. et M.

La saison qui vient de finir est certainement une des plus glorieuses qu'ait connues l'histoire encore jeune de l'aéronautique. Il serait, certes, fastidieux de reprendre la description des différents exploits tant purement sportifs que de propagande qui l'ont illustrée ; il nous paraît cependant intéressant d'en rappeler les principaux en une simple énumération.

GRANDS RAIDS A ÉTAPE UNIQUE. — Traversées de l'Atlantique nord, par les Américains Lindbergh, Chamberlain, Byrd.

Traversée de l'Atlantique sud, par le Portugais Sarmentis de Beires.

Diverses traversées américaines du Pacifique.

Paris - Sibérie par les français Costes et Rignot (5396 kilomètres.)

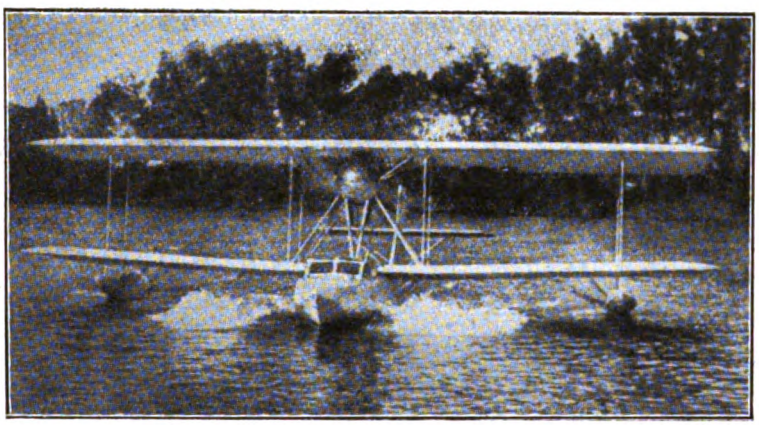


Fig. 1. — L'hydravion Cams de Bernard et Bourgault au décollage.

GRANDS RAIDS EN PLUSIEURS ÉTAPES. — Etang de Berre-Madagascar et retour par les Français Bernard et Bougault.

Raid américain de l'italien de Pinedo avec traversée de l'Atlantique sud.

Belgrade-Bombay et retour, par le Yougoslave Sandermayer.

Tour du monde avec traversée de l'Atlantique nord, par les Américains Brock et Schlée.

Paris-Madagascar et retour par le Français Dagnaux.

Paris-Saïgon en dix étapes successives par les Français Challes et Rapin.

Amsterdam-Batavia par le lieutenant hollandais Koppen.

Raid sud-américain des Français Costes et Le Brix, avec traversée de l'Atlantique sud.

EXPLOITS SPORTIFS. — Record du monde de durée par les Américains Chamberlain et Bert Acosta. 51 h. 12.

Nouveau record du monde de durée par les Allemands. Ristiez et Edzard (52 h. 22 m. 31 s.)

Record du monde de distance par l'Américain Lindbergh, New-York-Paris 5 800 kilomètres.

Nouveau record du monde de distance, par les Américains Chamberlain et Lévine avec New-York-Kottbus, 6 294 kilomètres.

Coupe Schneider pour hydravions gagnée par l'Anglais Webster 453 kilomètres à l'heure, record du monde de vitesse pure.

Nouveau record du monde de vitesse pure par l'Italien de Bernardi (477 km heure).

***

Nous ne pensons pas qu'il soit intéressant d'essayer de dégager des résultats obtenus cette année des chiffres fixant les possibilités futures de l'aviation.

Ce que les ailes mondiales ont réussi n'est certainement qu'une étape, qui, il y a quelques années, aurait fait crier au miracle et qui paraîtra peut-être bien peu de choses dans un avenir relativement rapproché. Que sera, en effet, le moteur de l'avenir? mystère. Nous marchons en effet dans ce domaine à pas de géants, et je me souviens de l'admiration que nous avions en 1917, pour un moteur d'escadrille de 130 CV rotatif Clerget qui avait atteint ses cent heures de vol et que nous considérions comme une véritable merveille.

Nous nous contenterons de tâcher d'exposer ce que représente, à notre avis, cette dernière saison pour notre aviation et pour l'industrie aéronautique française.

Digitized by Google

II. — La portée pour l'aviation française, les raisons des succès américains.

Brutalement, si l'on suit le dur langage des chiffres, nous avons perdu en 1927 tout le bénéfice retiré par nous de la victorieuse saison précédente, puisque nos trois grands records : vitesse, distance, durée, s'en sont allés à l'étranger. Nous ne parlons pas de la hauteur que Callizo n'avait pas gagnée mais volée.

Nous avons comme consolation quelques très jolis grands raids, celui de Costes en particulier, mais ils sont nettement barrés par les trois grands sauts américains avoir la franchise de reconnaître que nous n'avons pas fait mieux que l'Italien de Pinedo ou les Américains Brock et Schlée.

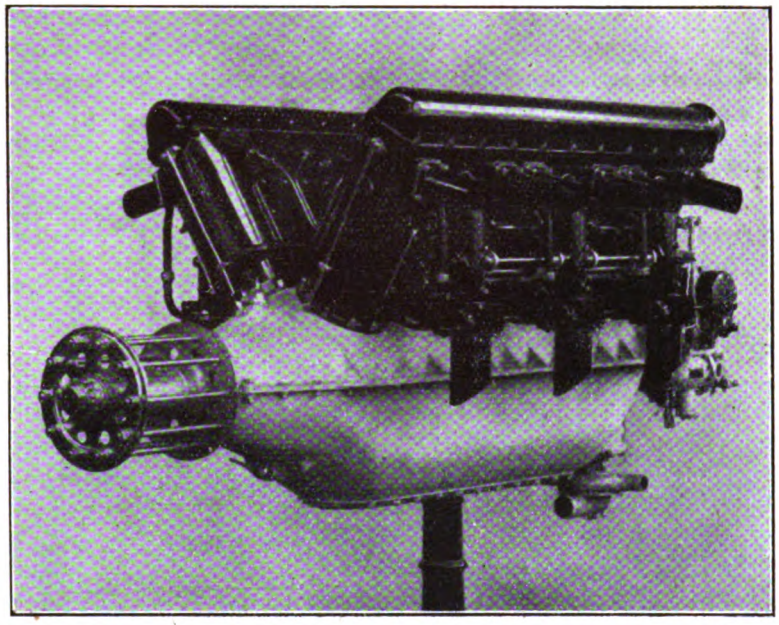


Fig. 2. — Le moteur Hispano-Suiza de l'avion transatlantique Costes et Le Brix.

Certains prétendront que cela a peu d'importance, que le record, la performance sportive ne représentent pas la véritable valeur d'une industrie. Il ne faut pourtant pas nier l'évidence, et il est bien certain ue le moteur capable d'un bond de 6 500 kilomètres sera plus que suffisant pour les quelque 1 000 kilomètres des étapes postales courantes.

D'ailleurs comparons les caractéristiques principales des appareils américains et français employés au cours des grands raids de cette dernière saison.

Côté américain, les deux grands vainqueurs, le *Ryan* de Lindbergh et le *Bellanca* de Chamberlain, sont de dimensions relativement réduites, et il leur a suffi d'un modeste 220 CV Wright. Leur rendement est par contre excessivement élevé, environ 100 kilogrammes de charge au mètre carré et 10 à 12 kilogrammes au cheval.

Côté français, nos Bréguet, Potez et autres ont tous des moteurs de 400, 500 et même 600 CV. Leur rendement arrive bien loin derrière les petits Ryan et Bellanca. Et il est absolument caractéristique de noter que nos 500 ou 600 CV n'avaient pas un but plus ambitieux que les 220 CV de Lindbergh et de Chamberlain et que ce sont ces derniers qui ont réussi.

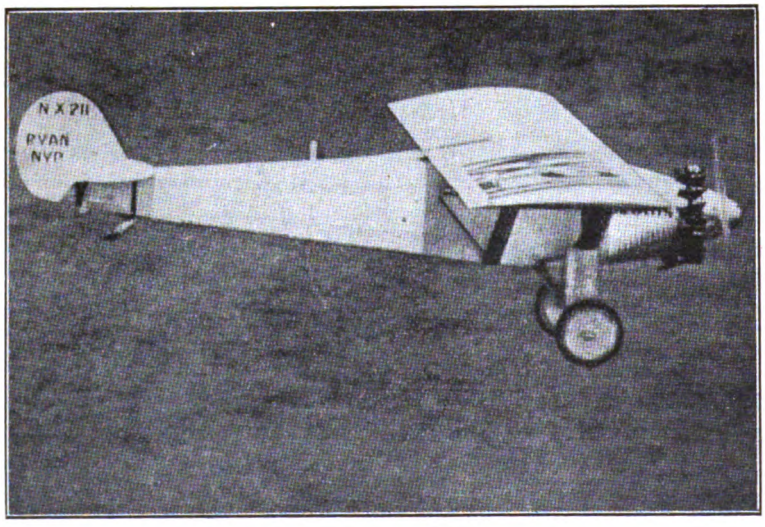


Fig. 3. — Le *Ryan* de Lindbergh en vol.

Il ne faut, d'autre part, pas croire que le *Ryan* ou le *Bellanca* sont aux États-Unis des exceptions : une dizaine d'autres appareils semblables équipés avec le même moteur atteignent des rendements comparables. Faut-il en conclure que nous avons perdu en quelques mois une supériorité incontestable, que nos ingénieurs, nos techniciens sont maintenant inférieurs à leurs confrères d'outre-Atlantique?

Digitized by Google

Pas encore, mais les méthodes employées chez eux et chez nous sont totalement différentes, opposées même, et l'expérience vient malheureusement de nous montrer que ce n'était pas nous qui suivions la meilleure route.

En effet, le *Ryan* et le *Bellanca* qui ont pourtant à leur actif les prouesses les plus remarquables, qui, équipés en avions de transport, font journellement aux États-Unis leur étape de 1 000 kilomètres avec six passagers ou le poids équivalant de correspondance postale, n'auraient en France même pas obtenu l'autorisation de voler.

Aux États-Unis, on se contente de construire des appareils commerciaux, de prix de revient réduit, d'entretien simple et facile et aptes sans plus à remplir consciencieusement leur rôle de bon courrier postal ou de confortable limousine.

On ne rejette *a priori* aucune fabrication, aucun système de montage, ne leur demandant que de faire leurs preuves à l'usage : et c'est toute logique.

Chez nous, c'est une tout autre histoire. Tout appareil nouveau doit subir les essais statiques imposés par les services techniques de l'aéronautique qui exigent tout simplement le chargement jusqu'à la rupture d'une cellule identique à celle de l'avion présenté.

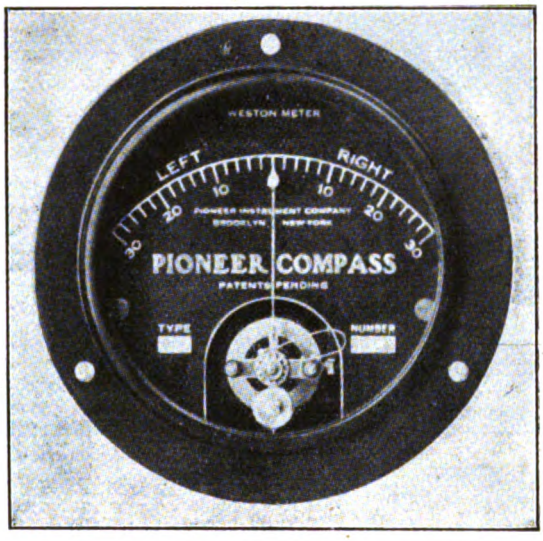


Fig. 4. — Le compas magnétique *Pioneer* qui a servi au raid de Lindbergh.

Certaines fabrications, comme l'emploi pour le fuselage de tubes d'acier assemblés par soudure autogène, adopté pourtant sur le *Ryan* et le *Bellanca*, sont éliminées d'avance, ayant été cataloguées un beau jour comme ne présentant pas toutes les garanties nécessaires. Qu'importe leur prix de revient inférieur, l'aviation militaire les ignore et interdit à l'aviation civile de s'en servir.

Tout appareil quel qu'il soit : postal, de transport ou autre doit, avec notre esprit actuel, pouvoir avant toute chose se transformer facilement en avion militaire et présenter par conséquent toutes les qualités requises par ce genre de matériel.

Les cahiers des charges militaires, les concours militaires, sont les préoccupations principales des bureaux d'études de notre industrie aéronautique, et les commandes militaires celles de leurs services commerciaux : et elle est tout bonnement en train d'en mourir.

Car, quoi que l'on dise, un appareil ne peut être à la fois de paix et de guerre, l'un doit forcément être sacrifié au profit de l'autre. Que demande, en effet, l'aviation commerciale ? Du matériel bon marché confortable, consommant peu, d'un entretien facile et d'une grande sûreté de marche.

Qu'importe tout cela à la guerre, il ne lui faut que la supériorité de combat : la vitesse de plus en plus grande, alliée au plafond le plus élevé et à une solidité à toute épreuve permettant toute la gamme des acrobaties nécessaires au duel aérien. Comment l'obtenir si ce n'est par l'accroissement continu de la puissance motrice et la stagnation du rendement ?

Nous en arrivons au monoplace de 500 CV, au triplace de 1 000 et en admettant que ce soit normal pour des avions de combat, pourquoi vouloir entraîner notre aviation marchande dans cette course à l'excédent de puissance.

Les Américains ont, comme nous, une aviation militaire, mais elle ne s'occupe pas de l'aviation commerciale, chacun reste chez soi et s'en porte beaucoup mieux.

Il semble, d'autre part, que nous n'ayons pas apporté dans la préparation de nos raids, sauf toutefois dans ceux de l'arrière-saison, toute la minutie, toute la méthode, tout le sang-froid nécessaires. La trop grande publicité s'accorde mal avec notre tempérament et arrive, poussée à l'excès, à créer une nervosité nuisible au plus haut point. Une entreprise comme la traversée de l'Atlantique nécessite une préparation de longue haleine, une atmosphère de calme qui, seule, peut permettre l'attente du moment favorable. Les deux merveilleux voyages de Costes vers l'Amérique du Sud et de Challe vers Saïgon en sont d'ailleurs la meilleure des preuves.

III. — Les conséquences pour l'aviation française.

Au point de vue purement sportif, les conséquences de la dernière saison pour notre aviation sont faciles à dégager. Comme nous l'avons vu plus haut, nous avons tout bonnement perdu la première place en laissant le record de distance s'en aller en

Digitized by Google

Amérique, celui de durée en Amérique d'abord, en Allemagne ensuite, celui de vitesse pure en Angleterre puis en Italie.

Les conséquences industrielles et commerciales sont plus complexes et heureusement moins brutales. Il est nécessaire pour les dégager de se placer sur le terrain un peu spécial où se débat l'aéronautique. Il n'y a guère dans le monde que six nations pouvant revendiquer une industrie aéronautique vivace : l'Allemagne, l'Angleterre, les États-Unis, la France, la Hollande avec Fokker, et l'Italie.

En admettant, et c'est absolument normal, que le marché intérieur de chacune d'elles appartienne entièrement à son industrie nationale il leur reste à se disputer la clientèle de la plus grande partie du monde.

L'industrie aéronautique est donc plus qu'aucune autre appelée à exporter et elle ne peut vivre vraiment — sauf peut-être aux États-Unis que leur prospérité financière et leur grande étendue placent dans une situation exceptionnelle, — sans exportation.

L'étude d'un matériel nouveau demande, en effet, des mois et parfois des années et nécessite toujours des frais considérables. Ceux-ci ne peuvent pas être couverts par les seules ressources d'un marché intérieur, même avec l'appui des subventions gouvernementales qui ont d'autre part l'inconvénient d'enlever à l'industriel une partie de sa liberté.

L'exportation est donc une nécessité pour l'industrie aéronautique. Celle-ci a heureusement plusieurs façons d'atteindre la clientèle étrangère : soit par la vente directe, soit par la concession de lignes commerciales en territoire étranger.

La première forme d'exportation, la vente directe, qui est celle que nous avons, jusqu'à ce jour, surtout cherché à atteindre, ne peut véritablement toucher qu'une aviation militaire ; et, à ce sujet, il faut reconnaître que certains États balkaniques ainsi que divers pays du nord de l'Europe, de même que le Japon et quelques républiques sud-américaines, ont été, pour nous, de très gros clients. Cela explique, sans l'excuser toutefois, l'obstination dans cette voie de la plupart de nos constructeurs. Evidemment, à première vue, la commande militaire peut éblouir car elle se chiffre toujours par un nombre respectable de millions. Pourtant en réfléchissant un peu, on s'aperçoit sans peine que la saturation d'un pareil marché sera vite obtenue.

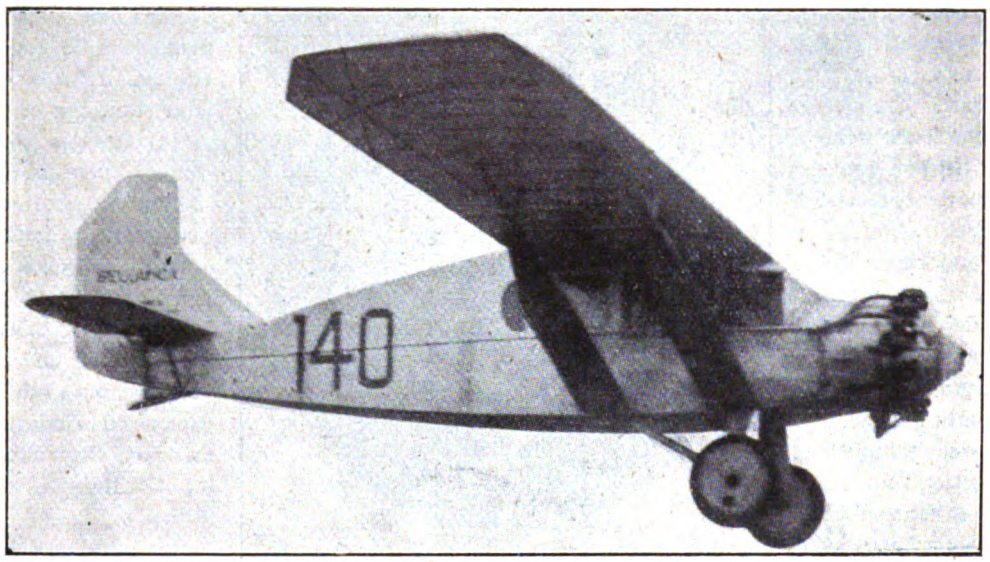


Fig. 5. — Le *Miss-Colombia* de Chamberlain et Lévine.

L'autre genre d'exportation, la concession de lignes commerciales ou postales, qui est une véritable pénétration par propagande est, au contraire, une source certaine de commandes futures, car il est de toute évidence que l'aviation commerciale connaîtra une prospérité toujours plus grande.

Dans ce dernier cas, plus particulièrement, la clientèle étrangère sera tout naturellement attirée par le fournisseur qui aura acquis le plus de prestige et pour cela accompli l'exploit le plus probant.

De là cette course au record, à la performance marquante, au chiffre susceptible de frapper la foule. C'est tellement vrai, qu'à la suite de la saison 1926 où nous enregistrâmes une série unique de succès, nous avons vu affluer chez nous les missions d'études étrangères et les commandes. Nous avons su heureusement mettre à profit notre avance momentanée et nous implanter sur de nombreux marchés ; et à ce point de vue la concession postale Europe-Amérique

Digitized by Google

du Sud obtenue par la maison Latécoère, qui nous a donné le plus bel exemple de clairvoyance et de ténacité, est d'une importance capitale.

La saison 1927 étant à peine terminée n'a pu évidemment encore influer beaucoup sur la prospérité de nos firmes aéronautiques. Il est cependant bien certain que les services commerciaux des maisons américaines mettront tout en œuvre pour exploiter leurs récents succès.

Le mal n'est pas encore très grand, nos quelques échecs nous ont d'ailleurs sorti de la torpeur où nous avait plongés une trop longue série de victoires, et certains de nos constructeurs se sont déjà mis carrément à la formule américaine. Sans être indiscrets, nous pouvons dès à présent annoncer que l'année 1928 nous verra avec quelques appareils d'un rendement au moins égal à ceux du *Ryan* ou du *Bellanca*. Nous nous devons de reconquérir une première place que nous n'aurions jamais dû perdre; faisons confiance à nos constructeurs, nos ingénieurs et nos pilotes, ils ne voudront pas nous faire mentir.

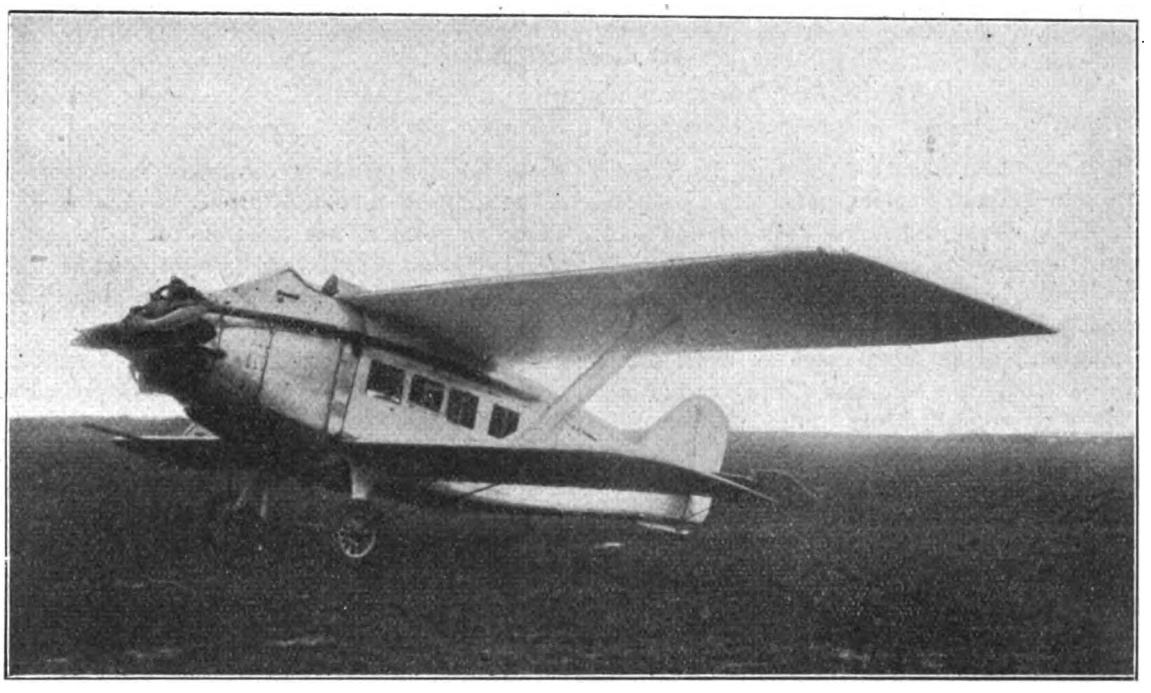


Fig. 6. — L'avion-limousine Bréguet, type 27, mis en service par la Cie *Air-Union* sur la ligne Paris-Marseille en 1926. Vitesse au sol : 206 km/heure; charge 1000 kg dont 6 passagers ; rayon d'action 800 kilomètres Plafond en pleine charge en départ : 5 000 mètres.

Digitized by Google

La méthode biologique de lutte contre les ennemis des cultures

PAR

H. de VARIGNY

M. E. Roubaud a fait à l'Académie des Sciences une fort intéressante communication sur un problème qui préoccupe les agriculteurs de l'Amérique du Nord. Elle se rapporte à la biologie de la pyrale du maïs, à la *Pyrausta nubilalis*. En Europe, où l'espèce est endémique et indigène, celle-ci ne s'attaque pas spécialement, ni de façon grave au maïs, plante américaine, importée. Mais dans l'Amérique du Nord, où elle a été accidentellement introduite vers 1920 au Canada, elle a pullulé ; en peu d'années elle a envahi tout l'Ontario et la province du Nord-Est des États-Unis qui font entendre des lamentations à n'en pas finir, parce que la larve ravage les cultures de maïs de façon inquiétante, portant à l'agriculture des coups répétés, et très onéreux.

Pourquoi, en Europe, la pyrale respecte-t-elle, à peu près, le maïs, alors qu'en Amérique elle le dévore? Affaire de biologie, et d'alimentation, et les faits constatés par M. E. Roubaud, à qui l'on doit déjà nombre de travaux très appréciés, constituent un ensemble curieux.

Il a reconnu qu'en France la pyrale du maïs, qui n'y occasionne que des dégâts limités, a sa plante nourricière d'élection. En tout cas dans la région de Paris, il lui en connaît une, qui est l'armoise commune, une mauvaise herbe fort répandue. La tradition de l'espèce, en Europe, est de vivre aux dépens de l'armoise : celle-ci constitue pour celle-là une plante d'élection, franchement spécifique. Pourtant il arrive à la pyrale du maïs, en Europe, de s'attaquer au maïs, mais de façon limitée, comme nous allons le voir. Un premier point établi par M. Roubaud est que l'armoise supporte sensiblement mieux que le maïs l'infestation par la pyrale. Celle-ci s'attaque-t-elle à des touffes d'armoise? On constate que la plante réagit vigoureusement, et survit. De sorte que l'espèce animale peut être tranquille sur son avenir dans des parages où l'armoise est répandue. Il faudrait une infestation extraordinaire par l'insecte pour que la plante succombât. De sorte que le parasite et l'hôte continuant à occuper la région, l'infestation peut se stabiliser indéfiniment.

En fait la pyrale préfère nettement l'armoise. Du moins elle est plus prospère sur celle-ci que sur le maïs. Les nombreuses expériences d'infestation de M. E. Roubaud lui ont montré en effet que sur l'armoise on constate une moyenne de 25 p. 100 de développement ; sur le maïs, 6,3 seulement. La différence est marquée. L'armoise convient mieux pour la propagation de l'espèce.

La pyrale a tout l'air de le savoir, métaphoriquement parlant. Car elle choisit l'armoise de préférence au maïs : l'expérience le fait voir. Il y a une attraction élective de l'armoise pour les femelles de pyrale, qui se manifeste quand, côte à côte, celles-ci disposent de pieds d'armoise et de plants de maïs. Elles vont de préférence à l'armoise.

M. Roubaud le fait voir par ce qui se passe quand, dans une vaste cage de toile métallique (42 mètres cubes) en plein air, on dispose deux rangées parallèles de touffes d'armoise et de maïs. Dans la cage on lâche des papillons mâles et femelles de pyrale. L'accouplement a lieu, puis la ponte. Les insectes ont toute liberté de choix. Mais bien vite il apparaît, à mesure que se succèdent les pontes, que les femelles donnent la préférence à l'armoise. C'est sur celle-ci qu'elles pondent plus volontiers, et que se trouvent le plus de pontes. Et au 15 juillet la différence est frappante. Tous les rameaux d'armoise sont à tel point infestés par les jeunes larves issues des œufs qu'en quelques jours la destruction des touffes d'armoise est intégrale. Par contre, le maïs est épargné de façon frappante. Sur 57 pieds de maïs en expérience, 43 ont complètement échappé au parasitisme, et 14 seulement ont été reconnus porteurs de larves, mais en petit nombre ; pour la plupart l'infestation est bénigne.

Donc préférence manifeste de la pyrale pour l'armoise. Et c'est là un fait à retenir. Comme le dit M. Roubaud « on mesure par là tout l'intérêt que présente cette plante pour la déviation et la fixation, dans des limites tolérables pour les cultures, des atteintes de la pyrale ».

Qu'est-ce que ceci veut dire? Ceci signifie que l'armoise peut servir de bouclier. C'est une proie que l'on peut offrir à la pyrale dévastatrice, pour qu'elle se jette dessus et qu'elle épargne le maïs. On peut la dévier, la dériver sur l'armoise.

Digitized by Google

Sans doute, là où manque celle-ci, elle se rejette sur le maïs : elle se fait une raison ; elle se contente du médiocre, faute du bon, et c'est évidemment ce qu'elle fait en Amérique du Nord. Si elle y trouvait l'armoise commune, sans doute elle la préférerait au maïs, et alors on se dit qu'un moyen de lutter contre la pyrale du maïs consisterait à introduire l'armoise à titre de plante dérivante. Ou bien encore il faudrait chercher et trouver de l'autre côté de l'Atlantique les plantes indigènes, ou non, capables de jouer le rôle de plantes d'élection dérivantes dont on favoriserait la multiplication autour des cultures de maïs. Evidemment, une association stable de la pyrale avec une plante autre que le maïs serait très désirable de l'autre côté de l'Atlantique.

Les ravages du *corn-borer* y sont considérables, et l'opinion publique s'en préoccupe beaucoup. Sait-on qu'à la date de mars-avril 1927, une disponibilité de 10 millions de dollars a été réunie pour mener une campagne contre la pyrale?

De quelle façon lutte-t-on? De façon directe, en s'efforçant d'exterminer l'espèce. La coutume du *corn-borer* est de perforer la tige, et parfois l'épi, ce qui amène la mort du pied. Evidemment, il y a utilité à brûler les tiges atteintes à l'automne, car l'insecte y passe l'hiver. Mais la main-d'œuvre coûte cher. On a encore essayé de trouver un insecte vivant en parasite sur la pyrale, et des expériences ont été faites avec deux guêpes importées à cet effet. Celles-ci survivent, ce qui semble indiquer qu'elles trouvent à se nourrir des pyrales et à résister au climat. Mais les entomologistes ne paraissent guère optimistes ; ils ne semblent pas espérer extirper la pyrale. Celle-ci, en somme, vit volontiers sur 225 espèces de plantes, de sorte qu'il est difficile de l'atteindre. L'extirper paraît impossible. Or la valeur de la récolte de maïs est considérable : en 1926 elle a été de 1.700 millions de dollars.

Les ravages de la pyrale ont déjà beaucoup fait perdre d'argent. Au Canada l'insecte est maître ; il est arrivé à ce résultat que l'étendue de la terre plantée en maïs a été réduite de 90 p. 100. Aux États-Unis l'ambition se borne à tâcher de tenir le *borer* en dehors des États gros producteurs de maïs. Mais on a beau faire, le fléau s'étend sans cesse. Les agriculteurs s'efforcent d'unir leurs efforts, et le gouvernement les y contraint d'ailleurs. Que résultera-t-il de ces efforts? On ne sait. Mais nous avons dans les faits énoncés par M. E. Roubaud une nouvelle démonstration à l'appui de la méthode biologique.

En quoi consiste celle-ci? En deux mots, pour lutter contre un être vivant, qui constitue *pro tempore* et *pro loco*, un danger, un ennemi redoutable pour un autre vivant que l'homme apprécie et protège pour l'utilité qu'il lui trouve, on cherche au premier un ennemi, un parasite quelconque, qui puisse faire office d'allié de l'homme On interroge de près la biologie de l'organisme nuisible aux cultures ou aux animaux domestiques, aussi bien, et on lui cherche un point faible. On interroge les maladies et parasites, en particulier, et on cherche s'il en est un, ou une, que l'on pourrait propager artificiellement pour lui nuire.

Evidemment, c'est dans l'habitat naturel de l'organisme nuisible qu'il faut étudier celui-ci. Car généralement les organismes qui se révèlent particulièrement nuisibles sont d'origine étrangère : ils viennent d'ailleurs d'une autre partie du monde, comme c'est le cas pour la pyrale du maïs, en Amérique, et dans leur habitat originel ils ne sont pas particulièrement nuisibles, car là un équilibre s'est établi entre leurs ennemis naturels et eux. Ce qui fait que dans un milieu où ils sont importés, ils exercent des ravages désastreux comme c'est le cas pour le *corn-borer*, c'est qu'ils n'y trouvent pas les ennemis ou parasites qui dans le milieu originel les empêchent de prendre une place excessive.

La méthode biologique consiste donc à chercher quels sont les ennemis d'une espèce qui, dans son milieu originel ne se montre pas autrement nuisible, mais, dans un milieu où elle est importée, se manifeste désastreusement destructrice, et à choisir parmi ces ennemis quelqu'un, ou quelques-uns, plus efficaces que les autres, qu'on pourrait introduire dans le nouvel habitat pour maintenir l'ordre et s'opposer à une exubérance de manifestations.

C'est l'étude biologique de l'espèce nuisible dans son milieu originel qui montre quel est l'ennemi le plus efficace. Celui-ci une fois trouvé, on l'introduit, lui aussi, dans l'habitat où l'organisme nuisible en prend trop à son aise.

En principe, c'est très logique : en pratique, il y a des difficultés. Car on a vu de ces ennemis naturels ne pas réussir dans le milieu étranger, y rencontrer des hostilités animales, ou météorologiques. Mais le principe de la méthode biologique est sain et ingénieux.

Il a été fourni voici quarante ans par un entomologiste américain éminent, C. V. Riley qui, le premier, en fit l'application et la démonstration avec un succès manifeste. A l'heure qu'il est, la méthode est appliquée partout. Il en est fait usage en France aussi bien qu'aux États-Unis.

On sait que dans notre Midi, par exemple, des coccinelles exotiques ont été introduites pour lutter contre certains ennemis des cultures. M. Paul Marchal, le très distingué entomologiste, a relaté l'histoire, il n'y a pas bien longtemps.

En 1912 on vit apparaître au cap Férat une redou-

Digitized by Google

table cochenille australienne, bien connue depuis les travaux de Riley, l'*Icerya Purchasi* d'origine australienne. En Australie, l'*Icerya* était tenu en respect par une coccinelle, le *Novius Cardinalis*. On importa donc des *Novius* que l'on lâcha dans les cultures attaquées par l'*Icerya*, et on eut la satisfaction de voir rapidement se réduire les ravages.

C'est à cette occasion que fut créé l'*Insectarium* de Menton, où se font les études sur les parasites ou prédateurs utilisables contre les insectes nuisibles aux cultures méridionales. Et parmi les parasites en question, une coccinelle nouvelle pour la faune française a été acclimatée qui paraît devoir rendre des services. Elle vient d'Australie, elle aussi, et porte le nom de *Cryptolaemus Montrouzieri* ; elle aussi se nourrit de cochenilles. Elle dédaigne toutefois l'*Icerya*. Mais elle s'attaque volontiers aux cochenilles blanches (genre *Pseudococcus*) qui, avec la fumagine, font grand tort aux orangers et citronniers, et à d'autres cultutes méridionales aussi. Cette espèce, soit dit en passant, s'élève en quelque sorte industriellement, en Californie. C'est en 1918 qu'elle arriva à Menton. Elle y fut l'objet de soins assidus et quand on eut réussi à en posséder une troupe suffisante on lâcha celle-ci dans les cultures. L'effet en fut bientôt visible : une régression des cochenilles fut immédiatement apparente. Il y a tout lieu de considérer le *Cryptolaemus* comme en bonne voie d'acclimatation ; il n'y a aucun méfait à lui reprocher, et il semble n'avoir que des vertus. Voilà un bon exemple, avec résultat satisfaisant, de la méthode biologique.

Il y en a bien d'autres. Chacun a entendu parler du puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum*), un des redoutables ennemis du pommier dans les vergers européens. Cet insecte est d'origine américaine. Aux États-Unis ses ravages sont bien inférieurs à ce qu'ils sont en Europe. C'est que, sans doute, s'est dit M. Paul Marchal, il a de l'autre côté de l'Atlantique des ennemis naturels que l'Europe ne possède pas. Quels sont ces ennemis? Il y en a plusieurs. M. P. Marchal les a étudiés, et il lui a paru que l'un d'eux pourrait bien faire l'affaire : un hyménoptère chalcidien, l'*Aphelinus mali*, un moucheron minuscule qui parasite le puceron lanigère. Il s'en fit envoyer par L. O. Howard, chef du Bureau d'Entomologie de Washington.

Inutile de donner tous les détails : qu'il suffise de savoir que l'essai d'exportation réussit et qu'en 1919 M. P. Marchal pouvait commencer à lâcher des *Aphelinus* dans les environs d'Antony, de Montargis et de Rouen, d'abord, puis en divers autres sites. L'acclimatation a parfaitement réussi. Qu'a-t-elle donné ? Il est difficile de donner des précisions, mais manifestement les pucerons lanigères souffrent. Peut-être ne seront-ils pas exterminés, mais le nombre en sera certainement réduit.

Contre le même puceron lanigère un autre procédé a été employé : il consiste à l'infecter d'une maladie en l'exposant à la contamination par un *Sporotrichum* : on peut du reste, d'après M. L. Le Moult, avoir recours aussi au *Botrytis bassiniana* et à l'*Isaria densa*. Les résultats ont paru encourageants, et l'expérience continue.

Pareillement, M. d'Hérelle a tenté de détruire les sauterelles par un cocco-bacille. Parasite animal, ou parasite végétal, tout est bon pour pratiquer la méthode biologique.

A l'Ile Maurice, la lutte a été menée contre un insecte s'attaquant à la canne à sucre en lâchant sur lui un autre insecte originaire du Brésil et de la Barbade. Le résultat a été que les dégâts ont beaucoup diminué.

Une autre expérience est en cours en Australie. Celle-ci souffre d'un fléau végétal : de l'excessive multiplication du cactus épineux. Celui-ci fut introduit comme curiosité botanique ; il se plut, il se multiplia de façon désordonnée, les oiseaux en répandant et semant les graines dans leurs pérégrinations. En peu de temps le cactus couvrait 12 millions d'hectares. Les agriculteurs s'émurent à juste titre et firent entendre des plaintes amères. On essaya de divers procédés de destruction, mais ils se révélèrent inefficaces et onéreux. A la fin on en vint à la méthode biologique. Et on importa diverses cochenilles — car il y a deux cactus, épineux et inerme, et celle qui attaque l'un n'attaque pas l'autre. — Le résultat paraît devoir être bon. Car rapidement on a vu les cochenilles exterminer des étendues considérables de la forêt envahissante des cactus.

La lutte continue, mais il semble que l'on soit dans la bonne voie, et que l'Australie aussi fournira un exemple précis de l'efficacité de la méthode biologique de lutte contre les ennemis de l'agriculture.

Digitized by Google

Quelles sont les couleurs qui permettent le mieux de rendre les teintes de la mer ?

PAR

Miss Ethel BEHRENS

Dans cet article, on s'est proposé de montrer ce que nous devons aux recherches scientifiques du passé dans le cas tout spécial de la production des bleus à base de fer, et d'attirer l'attention du lecteur sur les ressemblances de ces bleus avec certaines couleurs observées dans la nature, tels que les bleus et les verts intenses de la mer en général, et de l'Atlantique en particulier ; ce qui permettrait de les employer pour donner une exacte reproduction des eaux des diverses mers sur les atlas.

***

La nécessité se fait sentir d'un atlas ou traité spécial sur la coloration des mers du globe, indiquant en particulier quelles sont les zones des océans — les différentes mers de l'Atlantique par exemple — dont les couleurs correspondent aux suivantes : bleu indigo, bleu marine, bleu d'outremer, bleu cobalt, bleu saphir, bleu turquoise, vert jade ; vert émeraude ; vert de mer ; vert nil ; vert bouteille ; vert olive.

Sauf l'outremer et le cobalt, ces couleurs, telles qu'on les trouve dans le commerce, sont la plupart à base de fer et employées plus particulièrement dans les reproductions des peinture marines.

Les *bleus de fer* sont des combinaisons dans lesquelles le fer est le métal. C'est le fer qui détermine la couleur. Donc, la production de ces bleus est une réaction très caractéristique du fer et qu'aucun métal autre que le fer n'est capable de produire.

Les *bleus de fer* sont constitués par les matières premières suivantes : On prépare d'abord une *solution ferreuse* (soit le *chlorure*, soit le *sulfate de fer*), puis ensuite une *solution de ferro-cyanure de potassium*, ou « prussiate jaune », et enfin un *oxydant* tel que le chlorate de potasse, le chlorure de chaux, l'hypochlorite de soude, le perchlorure de fer, etc...

Pour obtenir facilement le *sulfate ferreux*, on opère de la manière suivante :

On remplit à moitié une cuve d'eau bouillante, puis ensuite on jette dans cette cuve des *pyrites de fer à l'état naturel*, mais épurées, c'est-à-dire du *bisulfure de fer* ou sulfure ferreux dont la formule est FeS^2 ; et en ajoutant de l'*acide sulfurique* et quelques morceaux de *fer métallique* bien propre, il se forme du *sulfate ferreux*, dont la composition répond à la formule $FeSO^4$.

Si on veut fabriquer du *sulfate ferreux* à l'*état parfaitement pur*, on fait dissoudre dans de l'*acide sulfurique* des fils d'acier doux comme ceux employés pour les cordes de clavecin, et qui contiennent 75 et même 85 p. 100 de fer pur.

Que l'on opère à l'aide des pyrites de fer ou du fer métallique, l'attaque commence immédiatement et comme on a pris soin, dans les deux cas, d'ajouter un excès de fer, on a toujours dans la cuve une solution d'un beau vert de mer qui est du *sulfate ferreux*, dont la formule est $FeSO^4$. Cette solution ayant cristallisé, on fait dissoudre ces cristaux de sulfate ferreux $FeSO^4$, et on précipite par du ferro-cyanure de potassium ou prussiate jaune ; le mélange étant un peu chaud, on l'abandonne au repos jusqu'au lendemain matin. On procède alors à l'oxydation du précipité blanc en suspension dans le mélange légèrement chauffé.

De la façon dont se pratiquent la précipitation et l'oxydation résultent soit des *bleus foncés et violacés*, soit des *bleus clairs* et *verdâtres*, c'est-à-dire toute la gamme, depuis le *bleu de Berlin* (variété très foncée à reflets cuivrés) jusqu'au *bleu d'acier*, variété de nuance plus claire d'un bleu verdâtre.

Voici, par exemple, quelques bleus à base de fer, allant des tons foncés aux tons clairs : bleu de Prusse, bleu de Berlin, bleu de Paris ou de Turnbull, bleu de Prusse soluble, bleu d'acier, bleu atlas foncé, bleu de Chine bleu minéral ; bleu d'Anvers ; bleu milori ; bleu fécule ; bleu d'antimoine ; bleu monthier.

Les bleus ci-dessus sont les couleurs les plus utiles pour les encres employées dans l'impression chromolithographique, parce qu'ils contiennent dix fois plus de matière colorante que l'outremer et qu'on peut les imprimer depuis le bleu tirant sur le noir jusqu'à l'azur le plus pâle.

Ces *bleus de fer* sont d'un beau bleu foncé ; en masse pure solide, plus foncés que l'outre-mer. Employées dans la nuance la plus foncée, les encres ont une teinte violette métallique à reflets cuivrés comme l'indigo, et elles sont connues alors sous le nom de *bleu-bronze*.

Digitized by Google

De plus, les bleus de fer constituent d'importantes couleurs minérales, aussi bien comme couleurs pures, que comme bases principales d'une série de couleurs *vertes*.

***

En se rendant compte de la grande quantité de noms donnés aux différents genres de bleus, il serait préférable d'approprier ces noms à leur destination particulière.

Par exemple le *bleu marine* prend ce nom parce qu'on l'emploie à teindre les vêtements de *marins ;* de même que le *bleu atlas*, — soit le *bleu atlas foncé*, qui est à base de *fer* : $[Fe(CN)^6]^2\ Fe^3$, soit le *bleu atlas clair*, dérivé du goudron de houille — tire cette appellation du fait que c'est la nuance employée par excellence dans tout atlas bien colorié, pour indiquer les mers. Ainsi, l'Atlas Clasico (1) de Schrader et Gallouëdec, publié chez Hachette, est admirablement imprimé en couleur par la maison Henri Maillet, précisément, dans cet Atlas, la belle carte de l'*Océan Atlantique* (2) fournit un excellent exemple de l'emploi qu'on fait du beau *bleu Atlas* de la maison Lorilleux, lorsqu'on s'en sert, comme c'est le cas, pour colorier les mers d'un atlas.

Pourquoi ne se servirait-on pas aussi des noms des différentes mers, surtout celles dont la teinte est caractéristique, pour indiquer certaines variétés que présentent les différents bleus?

Par exemple, nous entendons souvent parler des bleus profonds et des verts intenses de l'Atlantique ; il serait donc fort à propos de donner le nom de *bleu-atlantique* à un beau bleu foncé, obtenu en ajoutant de l'outremer à un bleu à base de fer, ce qui produit ce bleu profond et intense particulier aux eaux en plein Atlantique (3).

(1) Edition française imprimée en espagnol.

(2) Voir *Océano Atlantico*, Mapa n° 8.

(3) En ces derniers temps, la maison Raphaël Tuck a publié des cartes postales coloriées de marines prises au large de l'Atlantique, sur lesquelles la bande bleu foncé représentant la mer lointaine est exactement la belle nuance ci-dessus décrite sous le nom de : *Bleu Atlantique*.

De même, le nom de *vert-atlantique* conviendrait fort bien au vert intense qu'on obtient en ajoutant du jaune de chrome au bleu d'acier le plus verdâtre et en dégradant le mélange avec du blanc. Cette nuance rappelle le beau vert de mer que présentent les cristaux de sulfate ferreux $FeSO^4$ produit ci-dessus indiqué pour la fabrication des bleus de fer.

De plus, il serait intéressant d'indiquer sur le tube la composition chimique de la couleur qu'il contient ; c'est ce que font déjà plusieurs maisons françaises de couleurs. Ainsi sur des tubes de *bleu de Prusse* et de *bleu de Chine* de la maison Lefranc on trouve indiqué sous le nom de la nuance : *cyanure de fer* ; de même sur un tube de *bleu minéral* on aura l'indication : *cyanure de fer* et *d'alumine*, etc., etc... Connaissant ainsi le composé minéral de la couleur, il est probable que l'on prendrait un plus grand intérêt à l'emploi de ces magnifiques nuances.

Quand nous considérons à quelle perfection est arrivée à notre époque la reproduction des couleurs dans les affiches coloriées et encore plus dans les cartes postales en couleurs, éprouvons-nous assez de gratitude pour ceux qui ont découvert ces bleus admirables? Nous rendons-nous compte surtout du travail incessant des savants de tous les pays, qui par leurs recherches ont découvert qu'à part l'outremer, le cobalt et le cuivre, c'est le *fer* qui entre dans la composition et détermine la couleur des principales matières bleues minérales.

***

En somme, ces *bleus à base de fer*, employés soit dans l'impression, soit dans la peinture à l'huile, soit dans l'aquarelle, peuvent reproduire exactement la coloration de l'eau de mer, telle qu'on l'observe dans les grands océans, particulièrement dans les eaux pures et calmes de la mer des Sargasses, en plein Atlantique.

[Cet article a paru dans le *Bulletin d'Océanographie de France* du 15 juillet 1925.]

Digitized by Google

Informations scientifiques

Les dangers de l'oxygène. — Une curieuse note a été présentée à l'Académie des Sciences par M. R. Bayeux. Il s'agit de l'élément mécanique *décompression* et de l'élément bio-chimique *hypo-oxygénation* dans la genèse des lésions sanguines et pulmonaires chez les animaux en atmosphère raréfiée. D'après les expériences de M. R. Bayeux, les animaux soumis à une grande altitude ou à une forte décompression, sous cloche, subissent rapidement des troubles physiologiques plus ou moins graves qui reproduisent les accidents du Mal de montagne ou du Mal des aviateurs. De plus, leur sang s'altère, les globules deviennent malades et l'étude de leurs poumons montre des lésions matérielles. M. Raoul Bayeux s'est demandé quelle était, dans ces accidents, la part mécanique de la décompression et celle du manque d'oxygène. A ce sujet, il a fait, au Mont Blanc et dans le laboratoire de Chamonix, des expériences qui lui ont démontré que l'aspiration mécanique, aussi bien que la carence seule d'oxygène, a sa part dans la production des accidents. Les deux causes s'ajoutent. Il résulte de ces résultats que les inhalations d'oxygène ne sont pas susceptibles de parer, seules, au danger. De plus, on a démontré récemment (M. Charles Richet, et MM. Achard, Binet et Leblanc), à l'Académie des Sciences, qu'il est dangereux de faire respirer, pendant plusieurs heures, non seulement de l'oxygène pur, mais même un mélange d'oxygène et d'air pur. Il en résulte que, sauf pour les rapides ascensions vers les grandes hauteurs, les inhalations d'oxygène seraient pleines de dangers. M. Raoul Bayeux a éprouvé, à l'Observatoire du Mont Blanc, des inconvénients par cette méthode. Heureusement, par contre, l'oxygène *en injections sous-cutanées* à dose suffisante, atténue, sans danger ultérieur, dans la plus grande proportion, les accidents d'altitude et les conséquences mauvaises de la décompression. L'auteur déclare que ces injections pourront devenir indispensables le jour où l'on effectuera, par la voie des airs, les grands voyages trans-océaniques sans escale possible, tels que la traversée de l'Atlantique, où des accidents respiratoires se produiront certainement si le voyage se fait à grande altitude.

Pour l'étude du vol des oiseaux. — MM. Huguenard et Magnan ont présenté à l'Académie des Sciences un intéressant accélérographe permettant les mesures directes des accélérations de l'oiseau au vol. Déjà avec M. Planiel ils avaient créé un accélérographe pour avion. Mais naturellement, pour déterminer la valeur des accélérations résultant des battements des ailes chez les oiseaux, ce qui n'avait pas encore été tenté, MM. Huguenard et Magnan ont dû imaginer un accélérographe de dimensions très réduites. Alors que leur appareil pour avions pesait 13 kilogrammes, leur accélérographe pour oiseaux ne pèse que 55 grammes. Pour arriver à ce faible poids, ils ont employé comme masse accélérométrique, le cylindre enregistreur lui-même, ce qui permet d'utiliser pour cette masse les quatre cinquièmes du poids de l'instrument. Malgré son allégement considérable, celui-ci possède une période de un vingtième de seconde et une sensibilité de 10 millimètres pour l'accélération de la pesanteur. Enfin, en même temps que la plume de l'accélérographe inscrit sur noir de fumée la courbe des accélérations, un autre style commandé par les battements d'ailes inscrit l'amplitude de ces battements en fonction du temps, en même temps qu'un troisième style, mis constamment en vibration, sert de chronographe.

MM. Huguenard et Magnan ont fixé ce petit accélérographe sur une sorte de corset dont ils ont entouré le corps d'un pigeon voyageur qu'ils ont fait voler. Ils ont pu obtenir des enregistrements des accélérations provoquées par les coups d'ailes au voisinage du centre de gravité de l'oiseau ; ils ont montré qu'au commencement d'un vol battu, ces accélérations atteignaient quatre fois l'accélération de la pesanteur, alors qu'au cours des vols plus voisins du plein vol leur valeur était deux fois plus petite.

Grâce à ce petit appareil, MM. Huguenard et Magnan vont essayer d'aborder l'étude du plein vol dans le but d'évaluer les qualités aérodynamiques des oiseaux rameurs et de les comparer à celles des avions ; ils ont l'intention aussi d'utiliser leur instrument si léger à la recherche des efforts en divers points des avions, en particulier sur les gouvernes.

Le facteur cosmique dans la distribution des foyers cancéreux. — M. d'Arsonval a présenté à l'Académie des Sciences une note de M. Stelys sur l'origine physiologique du cancer. D'après M. Stelys, une enquête méthodique dans le Massif Central montrerait la distribution des endémies de dégénérescence cancéreuse au niveau des sols radifères et carboniques.

Le fléau frapperait simultanément la population humaine, la faune et la flore au sein de circonscriptions précises, et apparaîtrait à la lumière de cette relation géophysique le résultat d'une carence de l'élément le plus indispensable à la nutrition : l'oxygène.

« Les processus tumoraux décèlent de ce point de vue universel un déploiement démesuré et finalement anarchique des défenses respiratoires au sein des tissus irrités par une menace croissante d'asphyxie », dit l'auteur.

C'est le fait que l'exaltation cinétique du noyau symbolise dans le cadre de l'unité vivante, conformément aux données expérimentales, normales et pathologiques, de la physiologie cellulaire.

Si l'on analyse la note de M. Stelys, cela signifie que le cancer est plus fréquent le long des cassures volcaniques du sous-sol, où il y a plus d'acide carbonique, et plus de radioactivité. « L'apparition du cancer constitue une réplique des tissus irrités par un excès d'acide carbonique, ou une carence d'oxygène dans le milieu nutritif ou ambiant. » On aimerait connaître le degré d'excès d'acide carbonique et de carence d'oxygène : mais de ceci il n'est rien dit. D'autre part, il y a d'autres régions à cancer : là aussi y aurait-il excès du premier gaz et défaut du dernier?

L'avenir de la houille blanche. — Au cours de la cérémonie de commémoration du centenaire de la turbine hydraulique due au génie de Fourneyron, M. Rateau, dont la compétence en matière de turbines est universellement connue, a prononcé un discours particulièrement étudié et intéressant. Tandis que M. Koenigs a eu à raconter la vie de Fourneyron, M. Rateau avait à expo-

Digitized by Google

ser le côté technique de l'invention de ce dernier et à en dire tout l'intérêt.

Cet intérêt, à la vérité, il grandit chaque jour. Les heures de la machine à vapeur sont comptées, du fait de la disparition des réserves de houille faites à l'époque carbonifère, et si l'on ne peut arriver au pétrole synthétique, il ne restera qu'une ressource : la houille blanche, qui doit son existence à Fourneyron, Gramme, Marcel Deprez, et Bergès. Que peut-on en attendre ? Car c'est là ce qui fait voir l'ampleur de l'œuvre collective.

« En France, présentement, a dit M. Rateau, on estime à un peu moins de 3 millions de chevaux la puissance totale des turbines installées, en y comprenant toutes les petites unités ; mais la puissance moyenne effectivement produite n'est que de 40 p. 100, peut-être un peu moins, soit 1 200 000 chevaux. Pour l'Europe, il faut multiplier ces chiffres par 5, et pour le monde entier, par un peu plus de 10, l'Amérique du Nord ayant 15 millions de chevaux installés, presque exactement autant que l'Europe et le reste du monde, moins de 1 million. La puissance motrice moyenne que l'homme retire actuellement des chutes d'eau atteint donc approximativement 12 millions de chevaux.

« En regard, essayons d'évaluer ce que donnent les autres sources d'énergie mécanique....

« En résumé, nous trouvons que l'homme utilise à ce jour à la surface de la terre une puissance mécanique moyenne totale de l'ordre de 75 millions de chevaux, chiffre énorme, qui pourtant augmente rapidement d'année en année. Les parts relatives de chacune des sources se classent *grosso modo* comme suit :

Charbon.....	67 p. 100.
Chutes d'eau	16 —
Pétrole.....	15 —
Gaz.....	1-2 —
Vent.....	moins de 1 p. 100.

« Il y a vingt-cinq ans, le charbon était à peu de chose près l'unique source d'énergie. Nous assistons à son déclin, Il regagnera probablement de l'importance par la fabrication industrielle des hydrocarbures de synthèse. Toutefois, la rapide croissance des centrales hydrauliques ne s'arrêtera pas : on a trop d'avantages à utiliser une source de force qui se reforme indéfiniment.

« Pour le moment, en France, les nouvelles installations de chutes sont entravées par des impôts et un loyer de l'argent excessifs ; l'on a plus de profit à monter des centrales à vapeur, car le gain sur l'intérêt et l'amortissement des capitaux investis couvre largement les dépenses de charbon malgré son prix élevé. Ces conditions fâcheuses, plutôt artificielles, seront, il faut le souhaiter, améliorées sous peu.

« Nous pouvons prophétiser à coup sûr que, dans un avenir prochain, quelques dizaines d'années, ce seront les chutes d'eau qui prendront la tête. Et c'est notre grand inventeur qui aura été l'origine de ce formidable développement. »

Quelles sont les ressources du monde en énergie hydraulique ?

« Pour l'Europe, qui est naturellement la mieux connue, les auteurs sont assez bien d'accord pour fixer à 65 millions de chevaux la puissance totale disponible en eaux moyennes.

« En ce qui concerne les autres parties du monde, on a admis au Congrès de Toronto, en 1913, des chiffres tels que ceux-ci :

Asie	236	millions de chevaux.
Afrique.....	160	—
Amérique du Nord.	160	—
Amérique du Sud .	160	—
Océanie	20	—

« Le total serait de 745 millions.

« Cependant, à notre avis, la réalité est tout autre.

« Ces chiffres sont manifestement trop faibles Pour ne prendre qu'un exemple, on sait que le Congo, dans la partie inférieure de son cours, de Stanley Pool à Matadi où, sur 300 kilomètres, il descend de 280 mètres, donne le débit normal de 50 000 mètres cubes par seconde (30 000 en basses eaux, 100 000 en crue). Il est aisé de calculer qu'on trouvera rien que là une réserve prodigieuse de plus de 100 millions de chevaux, et il devient dès lors évident que l'Afrique est susceptible de produire énormément plus de 160 millions de chevaux. De même, pour l'Asie, où d'immenses fleuves descendent de hauts plateaux à plus de 4 000 mètres d'altitude, et pour l'Amérique du Sud. Nous devons donc penser qu'en réalité les réserves totales d'énergie hydraulique à la disposition de l'homme sont bien supérieures à 745 millions de chevaux, même à un milliard. Divers modes d'estimation, très aléatoires, il n'est pas besoin de le dire, nous conduisent à des nombres que nous osons à peine avancer, 2 ou 3 milliards. Faudrait-il les réduire de moitié, que, comparés aux 75 millions dont nous avons besoin actuellement, ils seraient quand même bien de nature à nous rassurer sur l'avenir.

« Il est vrai que la plus grande partie de ces chevaux se trouve dans des régions peu accessibles, très éloignées des lieux de consommation, mais les groupes humains se déplacent et se transforment ; on atteindra ces régions s'il est nécessaire, et puis la science met à notre disposition des possibilités de plus en plus étendues. Dès maintenant, on sait transporter par l'électricité la force à près de 500 kilomètres. Nous avons tout lieu d'espérer que bientôt de nouveaux progrès élèveront les tensions de marche à 500 000 volts, un million peut-être, et les distances franchissables sans dépenses d'installation exagérées, à plusieurs milliers de kilomètres, ce qui permettra alors d'élargir considérablement le domaine de l'énergie hydraulique et d'en tirer les centaines de millions de chevaux que les hommes voudront mettre à leur service. »

Certes, Fourneyron ne pouvait rien rêver de tout cela, il y a cent ans. Il n'en est pas moins certain qu'il a été, comme le dit M. Rateau, un « initiateur de grande envergure » ; sa place est parmi les inventeurs de génie. Sa découverte apparaît de plus en plus considérable, d'année en année. Et, comme le disait Poncelet, qui s'y entendait, il est permis de rapprocher Fourneyron de Watt. Fourneyron a été le Watt de l'hydraulique.

Digitized by Google

Propos halieutiques

PAR

M. M. MANQUAT

Professeur de zoologie à l'Université Catholique d'Angers.

« *Halieutique*, qui concerne l'art de la pêche », explique Larousse. Si vous ignorez le grec, vous voilà renseigné et vous apprenez en même temps que la pêche est un art. L'opinion commune se plaît à « blaguer » le pêcheur à la ligne, ce doux entêté qui s'obstine à tremper sans résultats appréciables, des journées entières, du fil dans l'eau. Une fois de plus, ce faisant, l'opinion commune se trompe. Ne s'improvise pas pêcheur qui veut. Outre une incontestable vocation, de la patience naturelle ou acquise, il faut un long entraînement d'expériences multiples, comportant beaucoup d'échecs pour être promu chevalier de la gaule. Le pêcheur mérite les encouragements que l'on accorde si généreusement aux sportifs de toutes catégories et d'autant plus que sa passion est, à plusieurs égards, hygiénique et moralisante, car, comme le note un auteur que nous allons avoir l'occasion de citer avec abondance, « il vaut mieux voir notre jeunesse fréquenter les bords des rivières, au plein air de la campagne, qu'encombrer dancings et cafés. »

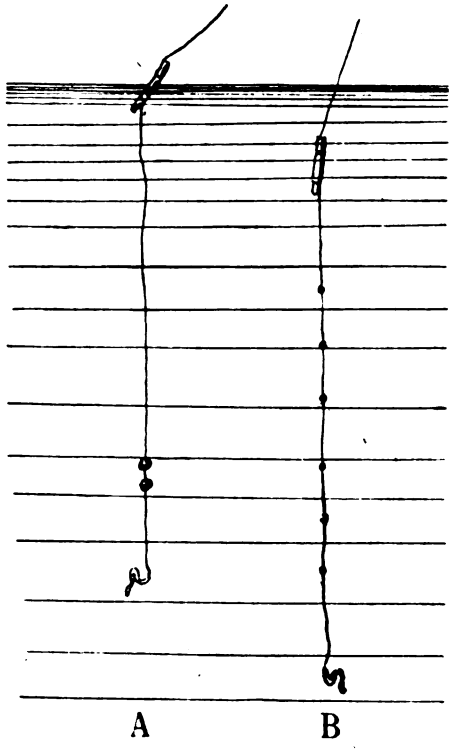


Fig. 1. — Ligne ordinaire (A) et ligne sensible.

La pêche à la ligne a ses théoriciens, ses professionnels et ses amateurs. Si quelqu'un doutait que la théorie n'a pas grand'chose à faire en cette matière, nous l'engageons à consulter une revue mensuelle d'un haut intérêt, intitulée *La Pêche Illustrée*, organe officiel du Fishing-Club de France. Il y trouvera un grand fonds de principes en même temps que d'expériences, et y découvrira que, si patients en face du poisson, les pêcheurs mettent parfois une extraordinaire ferveur à défendre les principes qu'ils ont déduits de leurs expériences.

L'auteur de ces lignes se hâte de déclarer qu'il n'est qu'un tout petit amateur ne pouvant opérer que durant les vacances. Mais c'est un amateur convaincu de l'excellence d'un art qu'il considère surtout comme un délassement de haute qualité : de ceux donc qui, lorsqu'ils pêchent, pêchent avec conviction, disons même avec passion, dans le désir où ils sont de prendre du poisson, beaucoup de poissons — que d'ailleurs ils dédaignent parfaitement quand on les leur sert accommodés. A ce titre, il lit les ouvrages halieutiques. Ce qui lui donna l'an passé l'occasion de parcourir la nouvelle méthode de pêche pratique de M. Louis Matout (1).

Ce n'est pas un ouvrage banal. A quelque point de vue, c'est même un ouvrage révolutionnaire. Un bien grand mot !... Mais tous les pêcheurs me comprendront.

Même les profanes savent qu'une ligne à pêcher, cet instrument que les mauvais plaisants définissent « du bois prolongé par du fil avec une bête à chaque bout », comporte une gaule souple à son extrémité distale, à laquelle est attaché un fil de soie ou de crin terminé par un hameçon de métal. Un flotteur est maintenu sur ce fil, et, entre le flotteur et l'hameçon, un ou plusieurs plombs assurent la verticalité de la partie immergée. C'est du moins de cette façon qu'étaient construites les lignes jusqu'à M. L. Matout. D'où il suivait que, la ligne jetée à l'eau, le flotteur flottait, car le plomb était calculé de telle sorte qu'il ne pût l'entraîner. Et ce flotteur, outre son rôle de « mainteneur », avait celui d'avertisseur, ses mouvements et spécialement sa plongée indiquant au pêcheur que le poisson « mordait ». M. L. Matout a changé tout cela pour une raison nettement scientifique. Ce pêcheur émérite préconise l'emploi d'un flotteur qui, à l'état normal, descend dans l'eau,

(1) Hachette édit., Paris.

Digitized by Google

entraîné par une surcharge de plomb. Seulement ce dlomb il le veut non plus condensé en une ou deux grosses masses, mais détaillé en nombreux très petits ragments qui se répartissent de l'hameçon au flotteur.

La figure 1 fera bien comprendre la différence de dispositifs. A gauche, la ligne habituelle, à droite, a ligne système Matout dite « ligne sensible ».

M. L. Matout part de ce principe assurément excellent *a priori* : « Pour pêcher fructueusement, une ligne flottante ne doit pas inquiéter le poisson. » Or, hormis le cas où une faim violente l'excite à absorber une proie conforme à ses goûts sans y prêter préalablement de l'attention, un poisson s'inquiète facilement de la présentation anormale d'une amorce. Pour qu'une ligne donne le meilleur rendement, c'est-à-dire capture le maximum de poissons dans le minimum de temps, il faut donc qu'elle présente à ses futures victimes les amorces de la façon qui les rapproche le plus de proies libres.

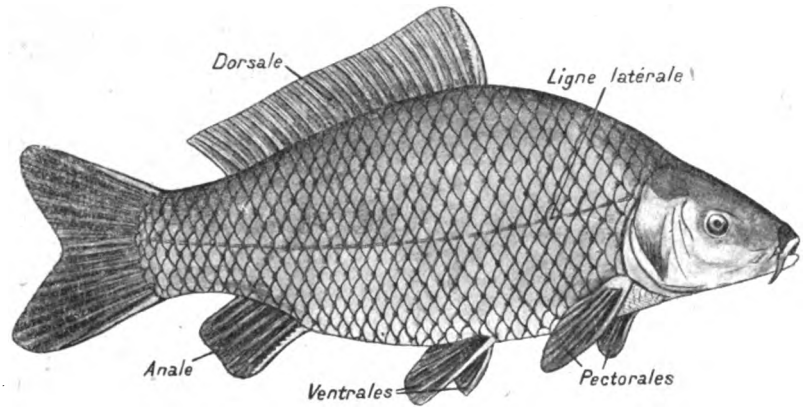


Fig. 2. — Ligne latérale en place sur une Carpe (*Cyprinus Carpio L.*)

Il est à peu près certain que les poissons ont une mauvaise vue. La plupart d'entre eux ayant lés yeux placés de chaque côté de la tête ne jouissent pas de la vision des objets en relief. De plus leurs cristallins sont nettement sphériques « forme, note M, L. Matout, la plus déplorable que puisse avoir une lentille pour fournir des images d'objets extérieurs ». Ce pourquoi cet auteur-pêcheur adopte les conclusions de M. le professeur Louis Roule : « Les yeux des poissons n'ayant pas grand pouvoir de s'accommoder aisément aux distances, il en résulte que leur vision stéréoscopique est peu distincte. Ces animaux perçoivent les formes des objets, mais confusément, et à la condition que ces derniers soient proches de l'œil. Ils sont myopes en somme et ne distinguent pas avec netteté les contours des objets ni les superpositions des plans. Ils paraissent regarder, mais voient mal et discernent à peine » (1).

Il n'est pas nécessaire d'être naturaliste pour vérifier l'exactitude de ces affirmations. Le moindre pêcheur amateur s'est rendu compte maintes fois, s'il a, par exemple, essayé de capturer des poissons dans l'eau claire que, même avec une amorce à son avis très visible, celle-ci étant laissée au repos, il verra passer tout près de sa ligne de nombreux gardons ou des perches voraces sans que ceux-ci paraissent se douter de l'offre qu'il leur fait. Ce n'est pas du dédain mais de la myopie, car il lui suffit d'agiter légèrement son amorce pour attirer aussitôt l'attention de ces animaux.

Donc la méfiance du poisson vis-à-vis de la ligne ne saurait lui venir du sens de la vue. Lui vient-elle de l'audition? Le poisson n'a pratiquement point d'oreilles, puisque ces organes se réduisent chez lui à des centres nerveux, sans pavillon, ni tympan, ni même conduit auditif, logés dans l'épaisseur du crâne. Il est pourtant incontestable qu'il entend, et finement. Il suffit de donner un coup de talon brusque au bord d'un cours d'eau où l'on aperçoit des poissons pour voir ceux-ci vibrer et fuir aussitôt. C'est qu'ils possèdent le long du corps, de chaque côté entre la partie dorsale et la partie ventrale, une série de petits organes sensoriels constituant la « ligne latérale » visible à l'œil nu sous forme de petits trous dans les écailles (fig. 2, 3 et 4). Autant de petits « microphones », dit heureusement M. L. Matout, et d'une extrême impressionnabilité. Les moindres vibrations de l'eau, ils les enregistrent. « C'est donc à eux qu'il faut penser quand nous construisons nos lignes et non à la vue. »

On voit de suite comment se justifie la construction de la « ligne sensible ».

Qu'un poisson vienne mordre à la ligne ordinaire, il lui imprime un mouvement qui par l'agitation des plombs détermine dans le milieu aquatique des ondes vibratoires qui aussitôt appréhendées par sa « ligne latérale » l'avertissent d'une situation anormale. S'il n'est pas affamé, il entre aussitôt en méfiance. De plus, même s'il entreprend d'avaler l'amorce, il éprouve du fait de la résistance du flotteur s'ajoutant au poids de la ligne des difficultés d'entraîner la proie qui auront des chances de l'exciter

(1) Louis ROULE, professeur d'Ichtyologie au Muséum d'Histoire Naturelle, *Traité de la Pisciculture et des Pêches*. Paris. Baillière et fils, édit.

Digitized by Google

à y renoncer. Au contraire, dans le cas de la ligne sensible, les vibrations produites par les plombs très petits sont minimes, peu appréciables à l'animal parmi tant de vibrations habituelles qui, au même moment, agissent sur le poisson ; le flotteur, immergé, n'oppose plus de résistance ou n'oppose qu'une

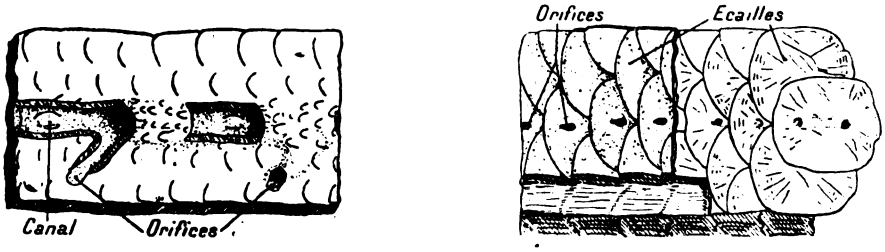


Fig. 3. — Détails de la ligne latérale. — A droite dessin diagrammatique montrant les pores de la ligne latérale sur les écailles d'un chevaine (*Squalius cephalus L.*). A gauche, dessin diagrammatique montrant les relations entre le canal et ses orifices chez la morue (*Gadus callarius L.*) (D'après GOODRICH.)

résistance insignifiante et d'ont l'animal ne s'inquiète pas, croyant avoir affaire à une proie libre.

***

Nous avions hâte d'expérimenter par nous-même le système de M. Matout. Un goût, peut-être immodéré, de la grande montagne, nous oblige à ne pêcher à peu près que dans les lacs suisses. A ce propos notons que contrairement à ce que l'on pourrait croire, ces grands lacs sont de fort mauvais endroits de pêche à la ligne. Anciennes poches glaciaires serrées entre les pieds de monts généralement élevés, ils sont d'ordinaire très profonds (certains points de la branche d'Uri du lac de Lucerne atteignent trois cents mètres). Leurs bords sont escarpés et arides; leur cuvette est faite de roche brute. Le volume énorme de leurs eaux et le manque d'aliments végétaux font qu'ils sont sous-peuplés de poissons. Et ces poissons raréfiés n'ont pas de raisons valables de se tenir près des rivages, excepté dans deux cas : quand des villages ou simplement des hôtels riverains déversent leurs égouts dans le lac, ou bien après les pluies violentes parce qu'alors le niveau de l'eau s'élevant rapidement dilue les rivages où il y a tout de même un peu d'humus et par conséquent une faune de vers ou d'animaux microscopiques susceptibles de tenter les hôtes des lacs. Si le pêcheur choisit un point éloigné des habitations, et qu'il n'ait pas plu les jours précédents, il risque fort de passer des après-midi entières sans une touche. Le plus souvent d'ailleurs, il lui est impossible de donner à sa ligne un « fond » raisonné à cause de la rapide déclivité des rives. Ces observations, nous avons constaté qu'elles s'appliquent au lac des Quatre-Cantons, au lac Léman, au lac de Lugano, au lac Majeur, au lac de Zoug et à celui de Löwers, au lac de Côme.

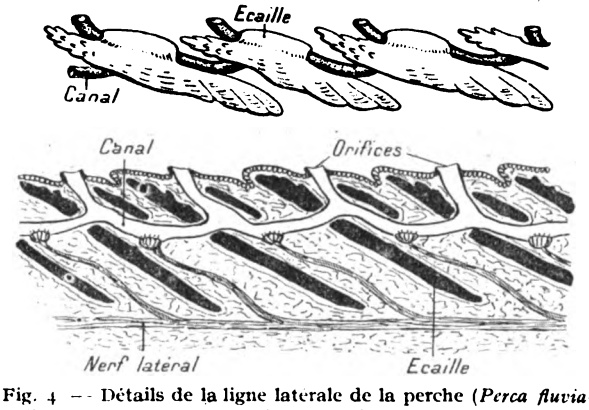


Fig. 4 — Détails de la ligne latérale de la perche (*Perca fluviatilis L.*) En haut, perspective des écailles du canal et des tubes de la lignes latérale. En bas, section diagrammatique montrant les relations mutuelles des organes, avec les rameaux nerveux aboutissant aux appareils sensitifs placés dans la paroi du canal. (D'après GOODRICH.)

Quand les circonstances sont favorables, les poissons que l'on capture à la ligne dans ces lacs sont sensiblement les mêmes que ceux que nous donnent nos rivières : brochets, perches, gardons, chevaines, brèmes et ablettes. On y trouve aussi beaucoup de féras, mais ces poissons y sont pris au filet, jamais à la ligne. Quant aux truites, elles remontent durant la saison estivale dans les torrents tributaires des lacs. Nous ajouterons à cette liste (qui ne prétend aucunement donner une idée complète de la population ichtyologique lacustre, mais seulement des espèces habituellement prises à la ligne) le goujon que nous avons eu la surprise de rencontrer assez abondant sur le fond rocheux du petit lac de Löwers où nous avons opéré durant les dernières vacances.

Ce lac de Löwers, nommé aussi lac de Seven, du nom d'une localité sise à une de ses extrémités, est situé dans le canton de Schwyz, entre le Rigi d'une part, le Rossberg et les Mythen de l'autre. Il faisait certainement partie aux temps géologiques du lac des Quatre-Cantons dont le sépare actuellement la vallée de la Muota (fig. 5). Sa longueur est de 5 kilomètres,

Digitized by Google

sa largeur moyenne de 1 kilomètre et sa profondeur maxima de 30 mètres. Inabordable au pêcheur à la ligne sur sa rive nord, parce qu'il s'y termine en marécages, il lui offre sa rive sud exactement suivie par une route taillée à même la roche. Mais comme de ce côté aucune habitation ne l'avoisine, la pêche ne produirait absolument aucun résultat si une exploitation de la roche n'avait été organisée à son entrée est, tout près de Seven. Une petite baraque a été

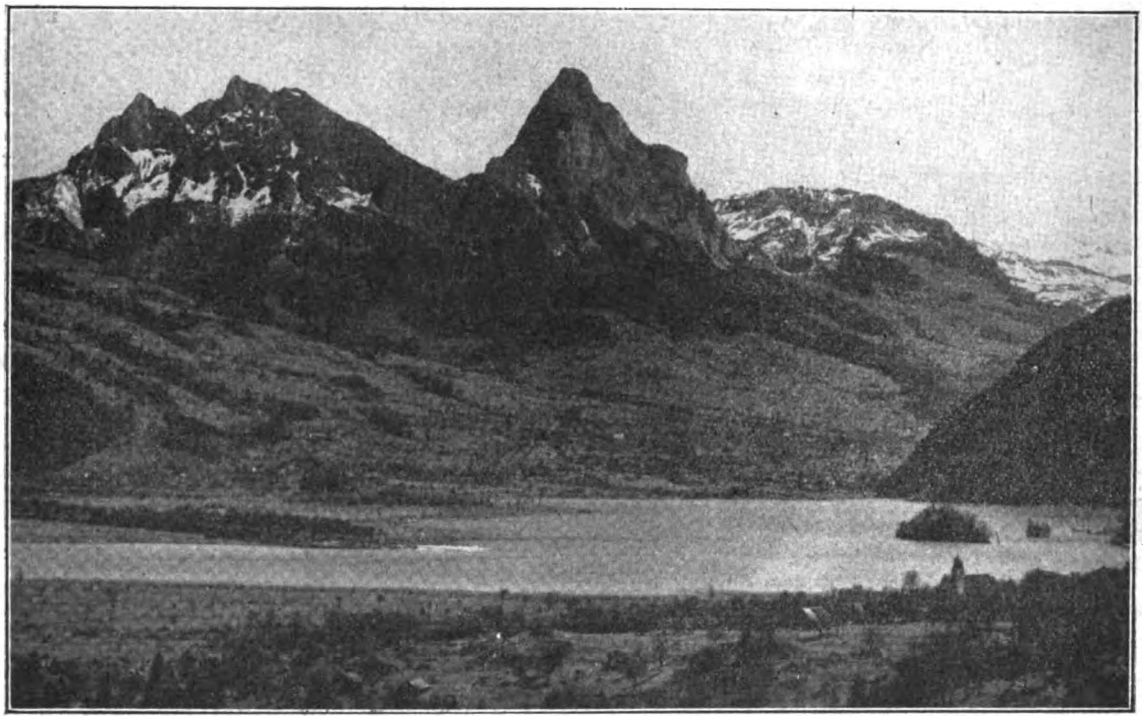


Fig. 5. — Le lac de Lowers et les deux Mythen.

construite à cet endroit sur ses bords dans laquelle se prépare le déjeuner des ouvriers. Les déchets de la cuisine étant régulièrement jetés à l'eau, le poisson se maintient suffisamment en ce lieu pour donner quelque espoir au pêcheur.

C'est naturellement là que nous avons tenté notre chance. De précédentes exigences nous avaient montré que, même ici, les expériences du pêcheur à la ligne devaient être modestes. Quand, dans une matinée, nous avions pris une demi-douzaine de « rousses, » un ou deux chevaines de faible taille, quelques petites perches, nous nous estimions heureux. Il n'est que d'avoir des goûts simples.

Cette année, dès le début de la saison, nous avons essayé le système de la « ligne sensible » de M. Matout qui de suite s'est affirmée très avantageuse. Quand toutes les circonstances se montraient favorables, c'est-à-dire que nous pêchions après deux ou trois jours d'une pluie battante qui faisait monter ce petit lac sans écoulement de près d'un mètre, nous arrivions assez facilement à une cinquantaine de « pièces », la plupart petites, quelques-unes des brèmes, allant jusqu'au poids d'un kilogramme. Seulement...

Seulement, le système de M. Matout nous parut avoir un grave inconvénient : il diminue très sensiblement le plaisir de la pêche. Car quel est le facteur le plus « exciting » de ce sport? C'est le frémissement du flotteur qui annonce au pêcheur que le poisson mord et que le duel est engagé. Si le pêcheur est un professionnel qui travaille par intérêt, il n'hésitera pas, croyons-nous, à suivre les directives de M. Matout qui lui permettront de prendre le plus vite, et le plus sûrement possible, le plus grand nombre de poissons possible. S'il n'est qu'un amateur qui pratique l'art pour l'art, il résistera difficilement à la tentation de voir mordre, au délicieux frisson qu'il éprouve en se disant qu'il y a, au bout de sa ligne, un poisson dont déjà il devine l'espèce à la façon dont il touche, dont il suppute la taille, et qu'il risque de manquer aussi bien que de prendre.

Nous nous sommes alors demandé s'il n'y aurait pas quelque compromis possible entre le système Matout et le système habituel. Qu'arriverait-il, par exemple, si l'on supprimait complètement le plomb de la ligne? Les inconvénients survenant de la perspicacité de sensation de la ligne latérale des poissons seraient évidemment supprimés. D'autre part, une ligne sans plomb peut être munie d'un flotteur réduit

Digitized by Google

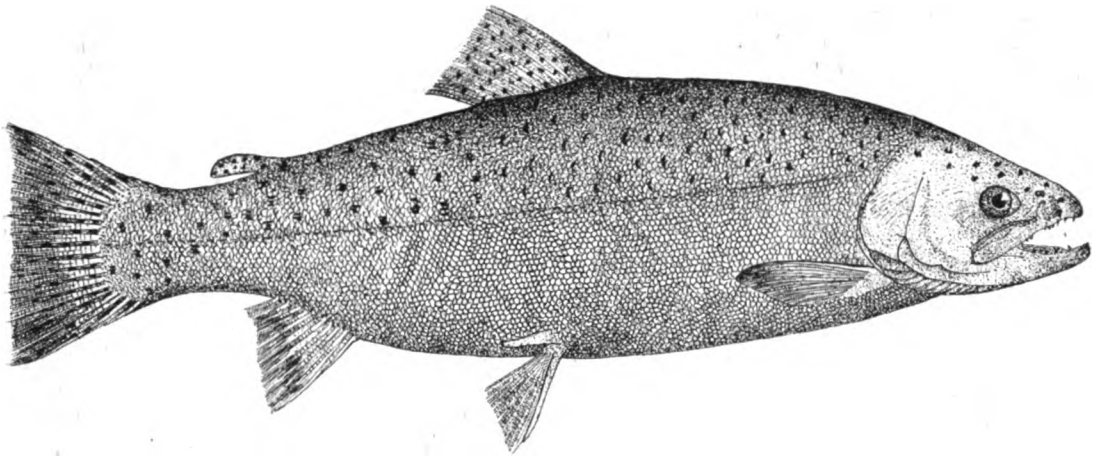


Fig. 6. — La truite Arc-en-ciel (*Salmo iridens* Gibb ; famille des Salmonides).

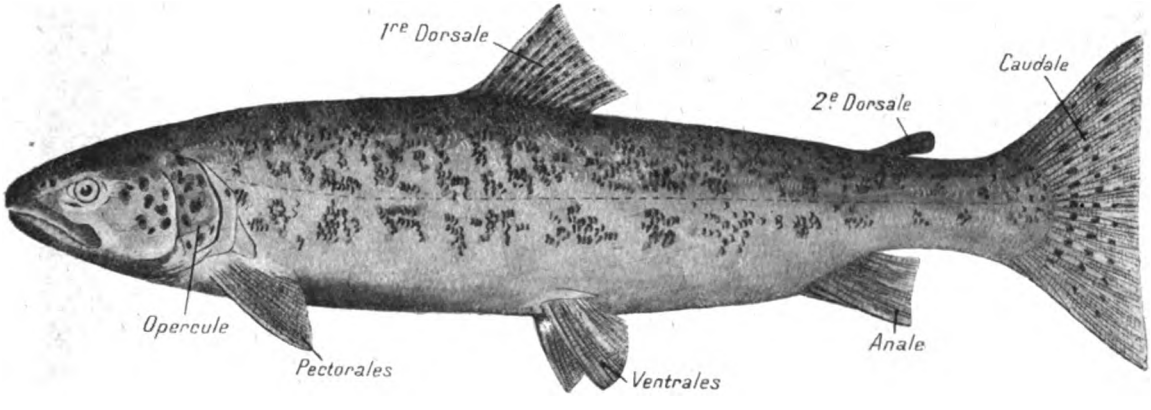


Fig. 7. — La truite commune (*Salmo fario*).

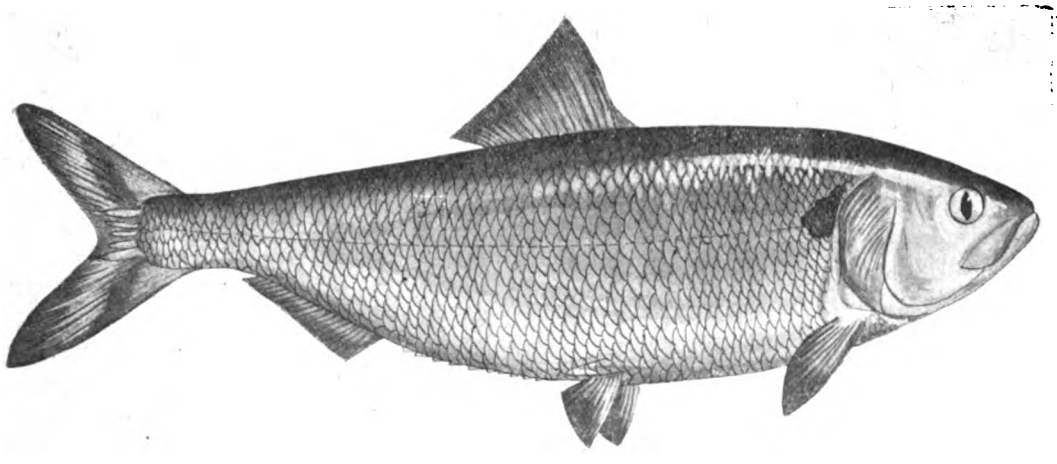


Fig. 8. — L'alose commune d'Europe (*Alosa alosa* L.., famille des Clupéidés. Alse en allemand ; Shad Allice Shad, en anglais ; Alacha, Allaccia, Leccia, Coula, dans les dialectes latins et méridionaux). Migrateur potamotoque des affluents de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée. Dimensions : 0m30 à 0m60 et plus.

Digitized by Google

au minimum de taille (une plume très légère de peu de centimètres de longueur). Essayons.

Premier résultat : quand l'amorce est facilement périssable, pâte, mie de pain, petit ver rouge, les méprisables ablettes qui fréquentent surtout la surface de l'eau ont le temps de la dévorer avant qu'elle ne soit descendue à destination. Si nous avions connu à ce moment un procédé que nous avons lu depuis dans la *Pêche Illustrée*, nous aurions pu, du moins en ce qui concerne la pâte, obvier à cet inconvénient. Il suffit, paraît-il, de pétrir sa farine avec du café un peu fort pour la rendre indésirable aux ablettes et aux seules ablettes. C'est à tenter. Nous nous sommes décidé alors à ne pêcher qu'avec des vers assez gros ou de très grosses boulettes de pâte. Le second résultat obtenu fut excellent. Les poissons sont venus nombreux, parce que sans méfiance, et généralement de taille appréciable, du gardon d'un quart de livre aux brèmes de trois livres.

Notre conclusion est donc que le principe posé par M. L. Matout est très judicieux. L'idéal pour une ligne de pêche est d'être démunie de plomb. J'ajouterai que la ligne employée était faite entièrement de « racine de tortue » et que l'épaisseur relative de cet engin ne nous paraît pas avoir jamais empêché le poisson de mordre. Preuve nouvelle que le facteur « vue » n'entre pas dans ses appréciations des dangers qu'il court.

BIBLIOGRAPHIE :

L. ROULE, *Traité de Pisciculture et des Pêches* J.B. Baillière édit.

La Pêche illustrée Revue mensuelle. Organe officiel du « Fishing-Club » de France. Paris, 228. Bourse du Commerce

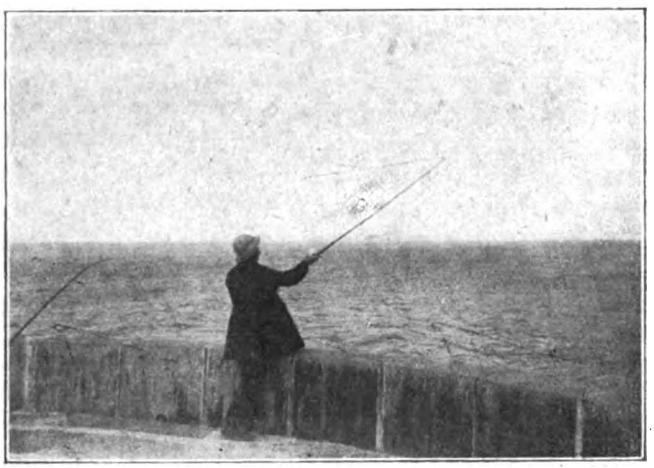


Fig. 9. — Pêche au lancer.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

LE BILAN DE 1927

L'année 1927 aura marqué une étape de transition entre la grande secousse économique et financière de 1926 et — souhaitons-le — l'assainissement définitif de 1928.

Il serait inexact et injuste de dire que cette période aura été inutile ; nous croyons au contraire qu'elle aura constitué une phase de préparation indispensable à l'équilibre futur. Observons que le franc a été stabilisé en fait grâce au concours de la Banque de France. L'augmentation constante des réserves d'or; la disparition de la dette flottante à très court terme; l'aménagement de la dette flottante; le retour à la régularité budgétaire, l'abaissement du taux d'escompte de la Banque de France constituent un ensemble de mesures préliminaires à la stabilisation légale dont l'histoire financière dira sans doute un jour toute la portée.

Nous insistons particulièrement sur la dernière en date de ces réformes : à dater du 29 décembre 1927, le Conseil de régence de la Banque de France a fixé à 4 p. 100 le taux de l'escompte. De juillet à décembre 1926, on avait atteint 7,50 p. 100 ; le 16 décembre, on revenait à 6,50 ; le 3 février 1927 à 5,50, le 14 avril à 5 p. 100.

Par rapport aux places étrangères, la nouvelle baisse nous classe immédiatement après les États-Unis, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant faisant ressortir les taux de loyer de l'argent à court terme et la date à partir de laquelle ils ont été appliqués :

Allemagne (4 octobre 1927)	4
Belgique (17 juillet 1927)	4,50
Espagne (23 mars 1923)	5
États-Unis (4 août 1927)	3,50
France (29 décembre 1927)	4
Grande-Bretagne (13 octobre 1927)	4,50
Italie (18 juin 1927)	7

***

On ne saurait exagérer l'importance du rôle de la Banque de France dans l'assainissement progressif de notre situation. Le 23 décembre 1926, elle était intervenue après entente avec le gouvernement en vue d'enrayer la hausse trop rapide du franc qui devenait un grave danger pour notre production, notre exportation et même notre équilibre social. De juillet à décembre, notre monnaie s'était fortifiée dans la proportion de 50 p. 100 ; pendant toute l'année 1927, elle a été maintenue à ce point, soit à 1/5 de sa valeur or ancienne.

Déjà à la fin de 1926, une masse importante de capitaux français avait été rapatriée et les capitaux étrangers avaient afflué chez nous. Des offres intenses de devises étrangères se sont par suite manifestées sur notre marché : elles ont été absorbées par la Banque de France, autorisée à les acquérir et n'ont pas eu d'action sur le franc.

Le résultat de l'opération a été la constitution d'une masse de devises étrangères évaluée à 25 milliards environ, dont une partie a été transformée en or.

On pouvait craindre que les billets émis ou les crédits consentis par la Banque en contre-partie de ces devises ne finissent par provoquer une nouvelle inflation. Il n'en a rien été. Une partie des capitaux ainsi créés par la Banque a afflué à la caisse d'amortissement sous forme de souscriptions aux bons de la Défense Nationale. La Caisse a pu abaisser le taux de l'intérêt de la dette qu'elle gère et éliminer les bons à très court terme. Une autre partie est revenue par un « circuit » à la Banque en passant par les Sociétés privées et par les comptes-courants du Trésor. L'État a pu ainsi alléger son compte débiteur vis-à-vis de la Banque ; tandis qu'au 31 décembre 1925, les avances de la Banque à l'État s'élevaient à 36 milliards, elles sont aujourd'hui réduites à 24 milliards environ.

Aurait-il été possible de laisser le franc s'améliorer encore? Évidemment, nombre de consommateurs le croient volontiers ; mais une baisse des salaires se serait alors imposée, le chômage se serait multiplié, nos exportations auraient fléchi et le rendement des impôts aurait risqué d'être compromis. En présence de dangers aussi graves, ne doit-on pas considérer comme suffisante la consolidation de fait qui s'est produite? Mais à l'heure grave et même solennelle où nous sommes, il est tout à fait certain que

Digitized by Google

notre situation économique, financière et même internationale va dépendre des prochaines élections. Jusque-là, rien de définitif ne saurait être établi ni même sérieusement tenté. La France a besoin avant tout de stabilité et d'esprit de suite. Autour de nous, les grands pays, soit par la dictature ouverte ou déguisée, soit par l'aménagement de leur parlementarisme, ont obtenu cette stabilité qui se manifeste en Angleterre, en Allemagne, aux États-Unis, en Italie, en Espagne, Partout nous constatons un effort de reconstruction. d'assainissement, de restauration.

En France, nous avons, semble-t-il, tous les éléments du progrès économique et social : une jeunesse courageuse et pratique ; une bourgeoisie qui a secoué sa somnolence et qui ne s'hypnotise plus sur un passé aboli ; des travailleurs qui, bien qu'entamés par un communisme rétrograde et dissolvant, ouvrent leur esprit aux vues réalistes ; des richesses naturelles abondantes, variées, complémentaires ; une santé morale parfaitement équilibrée ; du goût, de l'ingéniosité, de la vigueur. Mais si nous écoutons les observateurs étrangers impartiaux ou amis, ils ne manquent jamais, quand ils nous parlent sincèrement, de souligner notre point faible qui est l'instabilité politique.

Et pourtant les enseignements de l'histoire ne devraient point être oubliés : ils nous montreraient que les peuples prospères sont ceux qui ont évité l'abus des combinaisons de partis, les rivalités bougonnes, les rancunes, les intrigues de personnes. Notre presse politique nous apporte l'écho de vastes controverses dans lesquelles tout est perpétuellement mis et remis en question. Ces difficultés insolubles et par suite perpétuellement renaissantes, qui ont trait le plus souvent à l'interprétation de lointains événements, alimentent sans fin et sans utilité les querelles les plus vaines. « En France, disait un Américain, vous discutez longuement sur la couleur de votre automobile plutôt que de vous assurer qu'elle tient bien la route. Nous Américains nous commençons par l'établir solidement et c'est seulement quand nous sommes bien sûrs qu'elle ne nous laissera pas en route que nous nous préoccupons de la peindre. »

Digitized by Google

PORTRAIT DE SAVANT

J.-H. Fabre

PAR

Fr. DUFOUR-MAGNAVAL.

Tout a été dit sur le vénérable patriarche de Sérignan, sur le savant entomologiste que l'univers entier nous envie ; des plumes plus autorisées que la nôtre ont retracé la carrière féconde de cet homme simple, presque timide, qui a consacré la majeure partie de son existence à l'étude patiente des insectes, de leurs mœurs, de leurs instincts.

Nous n'allons donc pas décrire ici dans ses moindres détails une vie particulièrement admirable ; nous nous contenterons d'en noter, en un bref exposé, les grandes lignes, et d'en faire jaillir les principes directeurs, ceux qui peuvent et doivent rester comme un modèle impressionnant proposé à la jeunesse studieuse, à l'âge mûr travailleur, à la vieillesse réfléchie. Nous essaierons ensuite de grouper chronologiquement les quelque cent soixante ouvrages qui représentent soixante années d'un labeur obstiné. Et enfin, nous tâcherons de voir clair dans les enthousiasmes et les critiques qui se sont manifestées autour du bel édifice élevé à la gloire de la science française par le maître de l'harmas. Le tout, répétons-le, non pas au point de vue historique, mais plutôt sous un angle anecdotique.

Henri Fabre, buste par F. Sicard.

I. — L'homme.

Jean-Henri Fabre est né à Saint-Léons, non loin de Milhau, dans le Rouergue, le 24 décembre 1823. De sept à dix ans, nous le trouvons sur les bancs de la modeste école du village natal, déjà studieux, déjà fureteur, déjà avide d'inconnu. De cette époque lointaine date la révélation d'une vocation dont nous suivrons le développement pendant quatre-vingts ans.

Fabre prend soin de nous raconter lui-même ces premières manifestations de son esprit chercheur.

« Un jour, dit-il, les mains derrière le dos, me voilà, marmot pensif, tourné vers le soleil. L'éblouissante splendeur me fascine. Je suis le phalène attiré par la lumière de la lampe. Est-ce avec la bouche, est-ce avec les yeux que je jouis de la radieuse gloire? Telle est la question de ma curiosité scientifique naissante.

« J'ouvre toute grande la bouche et je ferme les yeux. La gloire disparaît. Je recommence, même résultat. C'est fait, je sais pertinemment que je vois le soleil avec les yeux. Oh ! la belle trouvaille ! Le soir, j'en fis part à la maisonnée. La grand'mère sourit de ma naïveté, et les autres s'en moquèrent. Ainsi va le monde. »

N'oublions pas que l'enfant avait à peine six ans. De cette époque encore, voici une autre découverte.

« A la tombée de la nuit, au milieu des broussailles du voisinage, certain cliquetis attirait mon attention, sonnant très faible et très doux dans le silence du soir. Qui bruit de la sorte? Est-ce un oisillon qui pépie sur son nid? C'est à voir, et au plus vite. Il y a bien le loup, à cette heure sorti du bois, m'a-t-il été dit ; allons tout de même, mais pas bien loin, rien que là, derrière ce fourré de genêts.

« Longtemps je fais le guet, mais en vain. Au moindre bruit des broussailles ébranlées, le bruit cesse. Le lendemain, je recommence, et le surlendemain. Cette fois, mon tenace affût réussit. Paf ! la main est lancée, je tiens le chanteur. Ce n'est pas un oiseau, c'est une sorte de sauterelle, dont mes compagnons m'ont appris à savourer les cuissots, maigre dédommagement de mon embuscade prolongée. Le

Digitized by Google

beau de l'affaire n'est pas le double gigot à saveur d'écrevisse, c'est ce que je viens d'apprendre. Dès maintenant, je sais par l'observation que les sauterelles chantent. »

Telles furent les premières expériences du grand scrutateur de la nature. Elles sont naïves peut-être, mais combien significatives !

Après l'école de Saint-Léons, ce fut l'externat du collège de Rodez, et l'esprit s'ouvrant sur des horizons nouveaux, plus larges, plus lumineux. De ce séjour au collège, J.-H. Fabre devait se souvenir toute sa vie. Certes, les nombreux manuels scolaires qu'il écrivit plus tard respectèrent fidèlement les programmes du moment ; certes, ils s'inspirèrent des méthodes pédagogiques en vigueur à la fin du siècle passé ; mais l'initiateur se souvint toujours des difficultés qu'il eut à surmonter au collège, il se souvint des confidences attristées de ses condisciples, et ses manuels classiques n'eurent qu'un but : mettre les sciences, toutes les sciences, à la portée de l'intelligence la moins favorisée.

Du collège de Rodez, J.-H. Fabre passa à l'école normale d'Avignon, de plus en plus avide de s'instruire. De cette insatiable soif de connaître, il nous est resté un exemple typique.

Un jour de congé, Fabre avait décidé de rentrer dans sa famille, et, de Nîmes, il comptait prendre la diligence qui le ramènerait au milieu des siens. Les ressources paternelles n'étaient pas exagérées, et le jeune normalien n'avait pour tout pécule que la modeste somme nécessaire pour régler le coût du trajet. Méditant sur quelque sujet attirant, il longeait tout pensif une rue de Nîmes, quand son regard fut attiré par le titre d'un ouvrage en montre chez un libraire. C'était un recueil de poésies de Reboul.

La tentation était forte ; mais comment acheter ce volume sans compromettre le voyage? Sa résolution est vite prise : il entre chez le libraire, paie son achat et, fort heureux de l'aubaine, laisse partir la diligence. Ce jour-là, Fabre fit à pied le long chemin qui le séparait de la maison familiale.

C'est à Nîmes que nous le retrouvons pour l'épreuve du baccalauréat, brillamment subie d'ailleurs. Le jeune homme avait, une fois encore, refait pédestrement la route de la ville, s'attardant sur les rives du Gard et oubliant jusqu'au papier nécessaire aux notes. Ce fut sur son mouchoir qu'il écrivit le texte de la version latine !

***

Ses études étaient terminées. L'avenir s'ouvrait devant lui, plutôt modeste. Il débuta à Carpentras en qualité de maître de physique ; son mince traitement de 700 francs ne lui permettait aucune exagération somptuaire : qu'importe ! L'amour de la science lui tint lieu de richesse, et ses heures de loisirs s'écoulèrent radieuses dans les ravins du mont Ventoux, à la recherche des secrets de la vie animale.

Seul, sans guide, il apprit la physique, la chimie, l'algèbre, l'archéologie, et des tas d'autres choses. La manière originale dont il apprit l'algèbre vaut la peine d'être retenue.

Un futur conducteur des ponts et chaussées vint un jour lui demander de lui enseigner l'algèbre, science que le jeune maître connaissait à peine de nom. Il n'hésita pas. « Quand voulez-vous commencer? dit-il au candidat. — Le plus tôt possible, répondit celui-ci. — C'est bien, dit Fabre ; venez demain matin à 9 heures. » Energique, audacieux même, Fabre se rend à la bibliothèque, y prend un manuel d'algèbre, se plonge dans l'étude des premières leçons, et, le lendemain, transmet à son élève le fruit de son travail. Ce surprenant labeur fut recommencé tous les jours, pendant un an, jusqu'au jour où le candidat subit avec la plus grande distinction l'épreuve de conducteur. Le professeur eut alors la fierté d'avouer à son élève qu'il avait étudié l'algèbre en même temps que lui ! On juge de l'étonnement du récipiendaire.

Avec la même ténacité, avec ses seuls livres, Fabre se mit à l'étude des sciences supérieures, prenant sur son sommeil le temps nécessaire pour compléter son savoir. De haute lutte, il emporta tous les grades universitaires, jusque et y compris le doctorat ès-sciences. Après quoi il s'en fut à Ajaccio professer la physique et la chimie au collège de cette ville. C'était en 1851.

Il séjourna neuf ans en Corse, et il y fit la connaissance de deux savants : Requien, botaniste avignonnais de grand mérite, et Moquin-Tendon, membre de l'Institut et professeur à la Faculté de Toulouse. Le premier lui donna le goût de la classification, le second lui apprit l'art des généralisations scientifiques. Sous leur direction, il scruta les mystères de la nature : forêts luxuriantes de l'intérieur, beautés de la mer et du ciel.

Les fièvres paludéennes interrompirent ces études passionnantes : il fallut quitter la Corse, et nous retrouvons Fabre à Avignon, professeur au lycée. Là, comme à Ajaccio, comme à Carpentras, il se fit remarquer par son bel entrain pour développer ses connaissances scientifiques, par son acharnement à poursuivre ses expériences investigatrices.

***

C'est à Avignon que J.-H. Fabre connut, pour ainsi dire, le moment décisif de sa vie, celui qui devait

Digitized by Google

préciser sa vocation. Un soir d'hiver, en 1854, raconte M. Mathon, l'un de ses historiographes, un travail de l'entomologiste Léon Dufour lui tomba sous les yeux ; il s'agissait des mœurs d'un hyménoptère, le *cerceris*, dans l'antre duquel Dufour avait trouvé de petits coléoptères du genre bupreste, qui conservaient intacts pendant un temps invraisemblable leur costume resplendissant d'émeraude et d'or. Dufour croyait que ces insectes étaient morts ; mais Fabre, intrigué, constata que les observations de son prédécesseur étaient superficielles et incomplètes. Ce fut le point de départ de sa longue série d'ouvrages entomologiques.

C'est à Avignon aussi qu'il prépara ses deux thèses de doctorat, l'une sur la dissymétrie des orchidées, l'autre sur les organes de reproduction des millepieds. Il fut chaudement félicité par les trois examinateurs : Milne Edwars, Geoffroy Saint-Hilaire et Payer.

C'est à Avignon encore qu'il reçut, en 1865, la visite de Pasteur, qui venait étudier sur place la maladie des vers à soie. Fabre nous raconte lui-même, non sans humour, que Pasteur, n'ayant jamais vu de cocons, manifesta le désir d'en posséder. « Vous ne pouvez mieux tomber, lui dit Fabre. Nous en trouverons dans la maison même : mon propriétaire en fait le commerce. »

Pasteur prit un cocon, l'examina, et sentant rouler la chrysalide à travers l'enveloppe soyeuse, le secoua auprès de son oreille. « Tiens ! s'écria-t-il surpris, on dirait qu'il y a quelque chose là-dedans. » Fabre lui expliqua ce mystère si simple. Il termine son récit par ce mot malicieux : « Peut-être croyait-il que ce qu'on entendait ainsi était une sorte de noyau. » En provençal, la phrase a une saveur qu'on ne peut traduire.

C'est à Avignon enfin que vint le voir Victor Duruy, ministre de l'Instruction publique. L'historien professait pour Fabre une vive et sincère amitié : il voulut le surprendre dans son laboratoire de Saint-Martial. Il y avait entre ces deux hommes d'étroites affinités de caractère et de goût ; comme Fabre, Duruy était un modeste et un simple ; comme lui, il était sorti du peuple, et tous deux aimaient également le travail.

Duruy tint à se faire accompagner à la gare par Fabre. Dans la salle d'attente se tenaient de nombreux fonctionnaires empanachés, préfet, maire, généraux, et le reste. Auprès d'eux, la tenue modeste de Fabre semblait une gageure, autant que ses mains rougies par les expériences.

Prenant ces mains laborieuses, le ministre l'amena au milieu du groupe. « Connaissez-vous cet homme? demanda-t-il à son entourage. — Quelque ouvrier ! murmura-t-on dédaigneusement. — Cet ouvrier, inconnu de vous, est le plus grand savant de votre département, » riposta Duruy.

A quelque temps de là, le ministre appela Fabre à Paris et lui remit la Légion d'honneur ; il le présenta à l'empereur, et il fut question de lui confier l'éducation du Prince Impérial ; mais l'entomologiste aimait trop ses travaux familiers : ses insectes lui manquaient ; il déclina l'honneur que tant d'autres eussent accepté avec reconnaissance.

Dans son laboratoire de Saint-Martial, Fabre s'occupait de la concentration du principe colorant de la garance. Hélas ! s'il était savant, il n'était pas commerçant : d'autres profitèrent seuls de ses travaux. Découragé, Fabre se tourna vers des occupations littéraires : il se mit à écrire des ouvrages d'enseignement, qu'un éditeur intelligent publia coup sur coup.

Puis, en 1870, il prit sa retraite et s'en fut habiter à Orange, auprès de son frère. Mais il avait besoin de solitude pour étudier à l'aise ; en 1880, il s'installa dans l'harmas de Sérignan, où il poursuivit ses patientes investigations jusqu'à sa mort, survenue en octobre 1915.

C'est de Sérignan que sont datés le plus grand nombre des ouvrages sortis de sa plume, édifice imposant de vulgarisation, pieux hommage à la nature d'une intelligence qui n'a vécu que pour elle. Et ce qui a été publié n'est pas l'œuvre complète du grand savant ; nombre de manuscrits sont encore inédits, parmi lesquels nous citerons : le tome second de l'*Histoire de la bûche*, un très important ouvrage sur les *Champignons de la région de l'olivier* ; sa thèse de botanique sur les tubercules de l'*Himantoglossum hircinum* ; sa thèse de zoologie sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des myriapodes ; un mémoire sur l'éclipse solaire du 28 mai 1900 ; divers poèmes, et même... de la musique.

Les *Souvenirs entomologiques* ont été traduits en plusieurs langues : en anglais, en danois, en russe, en polonais, en tchécoslovaque, en allemand, en italien. Beaucoup d'ouvrages scientifiques ont eu également les honneurs de la traduction.

Enfin, il a été beaucoup écrit sur J.-H. Fabre. Parmi les meilleurs ouvrages, citons : du Dr G.-V. LEGROS, *La Vie de J.-H. Fabre naturaliste* ; de l'abbé Augustin FABRE, *Jean-Henri Fabre raconté par lui-même* et *Les dernières années de Jean-Henri Fabre* ; de M. J.-C. MILLET, *En lisant J.-H. Fabre naturaliste* ; de M. L. MATHON, *Mes entretiens avec J. H. Fabre sur l'éducation* ; de M. Marcel COULON, *Le génie de J.-H. Fabre* ; de M. Henri HOLLARD, *J.-H. Fabre* ; de M Edouard MAYNIAL, *La vie de J.-H. Fabre*.

Digitized by Google

II. — L'œuvre.

L'œuvre considérable de J.-H. Fabre comporte environ 160 volumes, qui s'échelonnent de 1864 la mort de l'illustre entomologiste. Elle comprend une longue série de manuels scolaires pour l'enseignement primaire, l'enseignement primaire supérieur, les écoles normales et l'enseignement secondaire ; elle comprend aussi une série non moins longue d'ouvrages entomologiques qui constituent, au dire des spécialistes, un splendide monument de science vulgarisée.

Nous avons pu reconstituer, grâce à l'obligeance de la maison Delagrave, qui publia presque tous les ouvrages de Fabre, la liste aussi complète que possible de cette étonnante production, classée par ordre chronologique. La voici :

1864. *Chimie agricole* (Science élémentaire). — *Physique* (Science élémentaire). — *La terre*, physique du globe (Science élémentaire).

1866. *Le ciel*, notions élémentaires de cosmographie (Science élémentaire). — *L'histoire de la bûche*. — *Notions de chimie*. 1re année.

1867. *Notions préliminaires de physique*. 1re année.

1868. *Le livre d'histoires*, récits scientifiques de l'oncle Paul à ses neveux. Lectures courantes pour les cours moyen et supérieur. — *Notions préliminaires de physique*. 2e année. — *Notions de chimie*. 2e année. — *Notions de chimie*. 3e année.

1869. *Arithmétique agricole*. — *Les ravageurs*, récits de l'oncle Paul sur les insectes nuisibles à l'agriculture (Science élémentaire).

1870. *Nouvelle arithmétique* théorique et pratique (Cours Fabre. III). — *Solutions raisonnées* de l'ouvrage précédent. — *Notions préliminaires de physique*. 3e année. — *Nouvelle arithmétique* des écoles primaires (Cours Fabre. I.).

1871. *Cours élémentaire d'arithmétique* (Cours Riquier et Combes). — *Cours élémentaire de chimie* (Cours Riquier et Combes). — *Cours élémentaire d'astronomie* (Cours Riquier et Combes).

1872. *Lectures scientifiques sur la botanique* (Science élémentaire). — *Lectures scientifiques sur la zoologie* (Science élémentaire). — *Nouvelle géométrie. Nouvelle algèbre et trigonométrie.*

1873. *Eléments de physique* (Ecoles normales primaires). — *Eléments de chimie* (Ecoles normales primaires). — *Cours élémentaire de botanique* (Cours Riquier et Combes). — *Cours élémentaire de zoologie* (Cours Riquier et Combes). — *Traité complet de physique*. — *Les auxiliaires*, récits de l'oncle Paul sur les animaux utiles à l'agriculture (Science élémentaire).

1874. *Aurore*. — *Le Ménage*, causeries d'Aurore avec ses nièces sur l'économie domestique. Lectures courantes pour les cours moyen et supérieur. — *L'Industrie*, récits de l'oncle Paul sur l'origine, l'histoire et la fabrication des principales choses d'un emploi général dans les usages de la vie. — *Notions préliminaires de physique*, 4e année. — *La Chimie appliquée aux industries locales.*

1875. *Les Serviteurs*, récits de l'oncle Paul sur les animaux domestiques (Science élémentaire). — *La Plante*, leçons à mon fils sur la botanique (Science élémentaire).

1876. *Géographie* (Cours Deltour et Fabre). — *Cours élémentaire de géographie* (Cours Riquier et Combes). — *Cours élémentaire de géologie* (Cours Riquier et Combes). — *La Lecture*, 2e année. Elève. — *La Lecture*, 2e année. Maître. — *La Lecture*, 3e année. Elève. — *La Lecture*, 3e année. Maître. — *Géologie.*

1879. *Le Livre des champs*, entretiens de l'oncle Paul avec ses neveux sur les choses de l'agriculture. — *Cosmographie*. — *Les petites filles*, premier livre de lecture pour les cours préparatoire et élémentaire. — *Souvenirs entomologiques*, 1re série. — *Cours de cosmographie* (Cours Deltour et Fabre). — *Cours de mécanique* (Cours Deltour et Fabre).

1880. *Simples notions sur la chimie*. — *Les Inventeurs et les inventions*. — *Botanique*. — *Physique élémentaire* (Ecoles primaires supérieures) — *Chimie élémentaire* (Ecoles primaires supérieures).

1881. *Premiers éléments des sciences expérimentales*, cours élémentaire et classe de 7e. — *Leçons de choses*, cours préparatoire. — *Histoire des végétaux*. — *Histoire des animaux*. — *Notions élémentaires de physique*, classe de 6e. — *Notions élémentaires de chimie*, classe de 6e. — *Zoologie*. — *La Chimie de l'oncle Paul.*

1882. *Zoologie* classe de 5e. — *Géologie et botanique*, classe de 4e. — *Botanique*, classe de 4e. — *Éléments de géologie* (Écoles normales, 1re année). — *Éléments de géologie* (Écoles normales, 2e année). — *Souvenirs entomologiques*, 2e série.

1884. *Éléments usuels des sciences physiques et naturelles*, cours moyen.

1885. *Notions de chimie*, 4e année. — *Notions de physique*. 4e année. — *Éléments usuels des sciences physiques et naturelles*, cours supérieur. — *Leçons de choses*, classe de 8e.

1886. *Souvenirs entomologiques*, 3e série.

1888. *Maître Paul*, simples récits sur la science.

1889. *Cours d'histoire naturelle* (Enseignement secondaire des jeunes filles, 1re année). — *Histoire naturelle du baccalauréat.*

1890. *Souvenirs entomologiques*, 4e série. — *Cours d'histoire naturelle* (Enseignement secondaire des jeunes filles, 2e année).

1891. *Premiers éléments de physique* (Petite Encyclopédie des sciences). — *Premiers éléments de chimie* (Petite Encyclopédie des sciences). — *Premiers éléments d'hygiène* (Petite Encyclopédie des sciences). — *Premiers éléments d'économie domestique* (Petite Encyclopédie des sciences). — *Premiers éléments des sciences naturelles* (Petite Encyclopédie des sciences). — *Premiers éléments de cosmographie* (Petite Encyclopédie des sciences).

1892. *Cours de chimie*, classe de 2e. — *Cours de chimie*, classe de 3e.

1896. *Cours de physique*, classe de 2e. — *Cours de physique*, classe de 3e.

1897. *Souvenirs entomologiques*, 5e série.

1900. *Histoire des bêtes*. — *Souvenirs entomologiques*, 6e série.

1901. *Souvenirs entomologiques*, 7e série. — *Lectures sur la zoologie.*

1903. *Souvenirs entomologiques*, 8e série.

Digitized by Google

1905. *Souvenirs entomologiques*, 9e série.
1907. *Souvenirs entomologiques*, 10e série.
1909. *Oubreto provençalo.*
1910. *La Vie des insectes.*
1911. *Les Mœurs des insectes.*
1912. *Les Ravageurs.* Edition illustrée (Les Merveilles de la nature).
1913. *Les Merveilles de l'instinct chez les insectes.* — *Les Auxiliaires.* Edition illustrée (Les Merveilles de la nature).
1914. *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive. 1re série.
1915. *Le Ciel.* Édition illustrée (Les Merveilles de la nature).
1916. *L'Industrie.* Édition illustrée (Les Merveilles de la nature).
1920. *Le Monde merveilleux des insectes.* — *Les Serviteurs.* Édition illustrée (Les Merveilles de la nature). — *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive, 2e série.
1921. *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive. 3e série. — *Le Livre des champs.* Édition illustrée (Les Merveilles de la nature). — *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive. 4e série.
1922. *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive. 5e série. 6e série.
1923. *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive. 7e série. — *La plante.* Édition illustrée (Les Merveilles de la nature). — *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive, 8e série.
1924. *Souvenirs entomologiques.* Édition définitive, 9e série. 10e série.
La terre. Édition illustrée (Les Merveilles de la nature).
1925. *Poésies françaises et provençales.* — *La Chimie agricole.* Édition agricole (Les Merveilles de la nature). — *La Science de l'oncle Paul.*
1927. *La Vie des araignées*

Nous avons parlé plus haut des ouvrages inédits de J.-H. Fabre, ainsi que des traductions des œuvres ci-dessus désignées.

III. — La théorie.

Les ouvrages classiques de J.-H. Fabre se rapportent, comme nous l'avons dit, aux trois ordres d'enseignement ; tous présentent une même caractéristique : le souci d'adapter l'enseignement à l'intelligence de l'enfant, dans le cadre des programmes scolaires.

La place nous fait défaut pour exposer ici dans le détail la méthodologie de J.-H. Fabre ; cette étude nécessiterait l'examen, page par page, d'une cinquantaine de volumes. Au surplus, les idées de Fabre sur l'éducation et l'enseignement n'ont pour nos lecteurs qu'une importance relative.

Venons-en donc à l'œuvre proprement scientifique, aux *Souvenirs entomologiques* et à leurs dérivés.

Comme l'a écrit Gaston Bonnier, « en lisant Fabre, nous voyons se dérouler sous nos yeux tous ces faits extraordinaires que nous offrent les mœurs si diverses des différents insectes, tous ces faits que nous qualifierons de merveilleux, parce qu'ils diffèrent tant de ceux que nous observons chez l'humanité ; tous ces faits qui soulèvent des problèmes que nous sommes tentés d'essayer de résoudre avec la psychologie humaine. Le but principal de cette œuvre, c'est de traiter de l'éternelle question : l'instinct et l'intelligence. »

Accorder l'intelligence aux insectes est une chimère philosophique ; mais l'instinct? Singulière énigme dont la résolution a tenté l'existence entière de Fabre.

Celui-ci ne s'est pas contenté de décrire (ce que pourrait croire un lecteur superficiel), « mais il a réussi à faire pénétrer quelque lueur dans le mystérieux abîme de la vie ».

Grâce à cinquante années d'observations et d'expériences, l'auteur des *Souvenirs* a démontré la différence entre les actes dans lesquels l'insecte fait preuve d'un psychisme individuel, et qu'il appelle le discernement, et les actes purement instinctifs ; étudiant de très près ces actes instinctifs, il a insisté sur le fait qu'ils se déroulaient suivant un certain rythme d'apparence automatique, faisant succéder avec une quasi fatalité les divers temps du comportement. Il a ainsi facilité la tâche des mécanistes, mais il a laissé le moteur à l'intérieur. Voilà ce que nous disait un jour le Dr Poucel.

Les adversaires de Fabre, M. Rabaud en particulier, placent ce moteur à l'extérieur ; ils admettent que l'état anatomo-physiologique conditionne le réflexe : à l'état jeune, la structure, la composition chimique des neurones de la chenille sont tels que les émanations olfactives ou autres, parties de l'euphorbe, détermineront une attraction ; au moment de la nymphose, pour eux toujours, les neurones de la même chenille sont devenus tels que les mêmes émanations de la même plante détermineront une répulsion. Cela confine au paradoxe.

Les animistes, de leur côté, ne méconnaissent pas qu'il se produit dans la chenille des modifications physiologiques, mais les divergences apparaissent lorsqu'on arrive à rechercher la raison première des faits.

« Comment se fait-il, nous disait encore le Dr Poucel, qu'à un moment donné l'euphorbe attire la chenille (théorie mécaniste) ou que la chenille recherche l'euphorbe (théorie vitaliste), et puis que brusquement ce soit le contraire? Nous n'en savons absolument rien, et il est probable que nous ne le saurons jamais. Nous ne sommes pas plus avancés avec une théorie qu'avec l'autre. »

Et notre ami ajoutait : « Puisqu'aucune démonstra-

Digitized by Google

tion vraiment satisfaisante des origines de l'instinct n'a pu nous être fournie, que reste-t-il donc des preuves qui devaient nous être étalées de l'impéritie de Fabre? Pour tout ce que nous pouvons vérifier ou discuter, il se trouve que nous n'avons rien à lui retirer de notre admiration. Restent certains faits de biologie animale que nous n'avons pas les moyens de contrôler nous-mêmes. Le temps s'en chargera.

« Peut-être dans les laboratoires ou dans des conditions biologiques différentes trouvera-t-on des comportements différents. Mais croire que Fabre a mal observé, je suis bien tranquille. Il a montré trop de sagacité en maintes circonstances difficiles pour avoir commis des erreurs bien graves. Que s'écoulent quelques années, emportant avec elles les passions, ce calme succédant à l'orage fera plus pour le grand homme que les arguments de ses plus ardents défenseurs. »

Les observations de J.-H. Fabre: Le vol des insectes. De gauche à droite : *Staphylin.* — *Hanneton.* — *Cétoine.* — *Onthophagus.* — *Hister.* — *Nécrophores.*

Le Gérant : J.-B. BAILLIÈRE. 5762-27. — CORBEIL. IMP. CRÉTÉ. — 2-1928.

Digitized by Google

Les Appareils générateurs d'ondes entretenues en Télégraphie sans fil

PAR

Guy MALGORN

Lieutenant de vaisseau.

I. — Oscillations amorties et oscillations entretenues

Dans un circuit oscillant, c'est-à-dire composé d'un condensateur et d'une bobine de self-induction (fig. 1), la décharge du condensateur donne lieu, comme nous allons le voir, à une série d'oscillations qui s'amortissent assez rapidement. On peut arriver à donner à ces oscillations une très grande puissance, en utilisant les phénomènes de résonance dont on trouve un exemple mécanique dans la balançoire. C'est là le principe, simplifié à l'extrême, de la télégraphie sans fil.

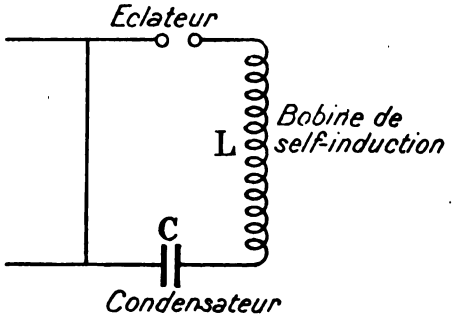


Fig. 1.

Supposons, en effet, que les surfaces métalliques d'un condensateur chargé à un certain potentiel soient reliées aux bornes d'une bobine d'inductance. La décharge du condensateur à travers l'inductance ne consiste pas en un passage instantané du courant dans une seule direction, mais se produit grâce à une série d'impulsions du courant d'abord dans un sens, ensuite dans le sens contraire, impulsions qui s'amortissent graduellement. Ces oscillations peuvent être comparées à celles d'un ressort dont une extrémité serait fixe et dont l'autre extrémité supporterait un certain poids. Si nous déplaçons ce poids en dehors de sa position de repos — la verticale — et si nous laissons détendre le ressort, l'élasticité de ce dernier tendra à le ramener à sa position d'équilibre qu'il dépassera d'ailleurs par suite de son inertie. Il en résultera une série d'oscillations successives, dans lesquelles l'écart maximum autour de la position d'équilibre deviendra de plus en plus faible jusqu'à devenir nul, par suite de la résistance opposée par l'air au mouvement. Le nombre d'oscillations par seconde s'appelle la « fréquence », et l'écart maximum s'appelle l' « amplitude ». Dans le cas du circuit oscillant considéré, la tension initiale correspond au déplacement du poids autour de sa position normale. Lors de la décharge, l'énergie potentielle statique emmagasinée dans le condensateur prend la forme d'une impulsion dynamique de courant qui correspond à la détente du ressort.

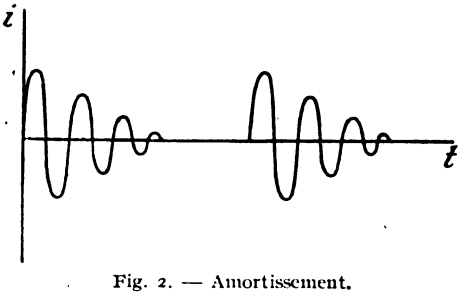


Fig. 2. — Amortissement.

Le condensateur se décharge à travers l'inductance, qui, à la première impulsion de courant, réagit dans le but de s'opposer au courant de décharge. Il en est de même dans l'exemple mécanique que nous avons considéré, où l'inertie du poids offre une résistance initiale à la détente du ressort. Quand le courant de décharge, cependant, a atteint sa valeur maximum et a tendance à cesser parce que le condensateur est complètement déchargé, l'inductance intervient pour maintenir ce courant de décharge, c'est-à-dire pour faire passer du courant qui produira une nouvelle décharge du condensateur en sens contraire de la décharge initiale. De même le ressort, après avoir atteint la position initiale, dans laquelle la vitesse du poids a sa valeur maximum, perd sa tension, mais est entraîné au delà par l'inertie du poids et acquiert ainsi une nouvelle tension opposée à la tension primitive. La nouvelle charge du condensateur, tout comme la nouvelle charge du ressort, entraîne une répétition du phénomène en sens opposé, et ainsi de suite jusqu'à ce que les oscillations s'amortissent complètement. De même que les oscillations du ressort s'amortissent par suite de la résistance opposée par l'air, de même les oscillations s'amortissent du fait que le passage du courant

Digitized by Google

échauffe le fil de la bobine d'inductance — qui possède une certaine résistance — et graduellement l'énergie électrique se transforme en énergie calorifique : les oscillations sont donc appelées « amorties » et peuvent être représentées de la façon indiquée figure 2, en portant en abscisse le temps et en ordonnée les intensités.

Un tel circuit composé d'un condensateur et d'une inductance jouit donc de la propriété de produire des oscillations de fréquence propre si, par exemple par l'intermédiaire de la décharge du condensateur, on lui fournit une certaine quantité d'énergie.

La fréquence des oscillations propres du circuit dépend des valeurs de la capacité et de l'inductance. De même, dans notre exemple mécanique, la fréquence des oscillations dépend de la longueur du ressort et de la valeur du poids P. La période des oscillations est d'autant plus grande que les valeurs de la capacité et de l'inductance sont plus grandes. L'amortissement du circuit oscillant est dû essentiellement à la résistance chimique du circuit lui même. Si cette résistance était nulle, il n'y aurait aucun amortissement et l'amplitude des oscillations serait constante. Lorsque la résistance ohmique augmente, l'amortissement augmente également, l'amplitude diminue ainsi que le nombre total des oscillations.

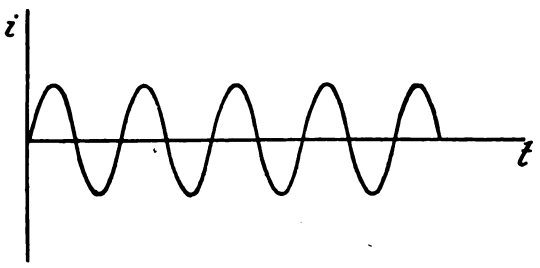


Fig. 3. — Oscillation entretenue.

Si la résistance R du circuit est supérieure à $\sqrt{\frac{4L}{C}}$ l'amortissement sera instantané, c'est-à-dire qu'il ne se produira pas d'oscillations dans le circuit. Le phénomène se traduira par une impulsion dans un seul sens du courant de décharge du condensateur. Dans ce cas, le circuit oscillant est appelé « apériodique ».

Si nous fournissons au circuit à chaque période une quantité d'énergie donnée correspondant à celle qui est transformée en chaleur par suite de la résistance ohmique, nous obtiendrons des oscillations d'amplitude constante qui sont appelées des oscillations « entretenues ».

Dans le cas des oscillations amorties, à chaque période une certaine quantité d'énergie est soustraite aux oscillations par les résistances utiles et passives. Ces dépenses d'énergie ne sont compensées par aucun apport extérieur, de sorte que les oscillations s'amortissent et finissent par s'éteindre. La source d'électricité n'intervient qu'après l'extinction plus ou moins complète des oscillations pour charger à nouveau le condensateur et provoquer un nouveau train d'ondes. Dans le cas des oscillations entretenues, au contraire, le circuit électrique reçoit d'une source extérieure un apport d'énergie suffisant pour compenser les dépenses dues aux diverses résistances. Le phénomène est analogue à ce qui se produit dans un balancier d'horloge qui reçoit à chaque période un apport d'énergie aux dépens du ressort (ou du poids) moteur.

La production des oscillations amorties se fait en utilisant la décharge oscillante d'un condensateur chargé par une source d'électricité quelconque, et qui se décharge dans un circuit contenant une bobine de self-induction et un « éclateur ». Chaque étincelle de l'éclateur engendre un groupe d'oscillations et ces groupes se succèdent à la fréquence des étincelles qui, dans les installations modernes, est de 600 à 1 000 étincelles par seconde. Dans le circuit de réception, un appareil spécial appelé « détecteur » transforme le courant à haute fréquence reçu — imperceptible à nos sens — en courant à basse fréquence qui agit sur un téléphone et reproduit dans ce dernier les points et les traits de l'alphabet Morse exécutés, grâce au manipulateur, dans le circuit d'émission.

Les oscillations entretenues ne sont pas découpées naturellement en trains d'ondes comme les oscillations amorties : elles se succèdent exactement semblables (fig. 3), sauf lorsqu'elles sont interrompues par le manipulateur dans le cas de la télégraphie sans fil ou soumises à des fluctuations graduelles d'intensité dans le cas de la téléphonie sans fil.

Les principaux avantages des ondes entretenues sont les suivants :

1° Elles permettent de réduire au minimum la gêne réciproque de plusieurs stations travaillant sur des ondes voisines.

2° Puisque les oscillations se produisent d'une façon continue et non plus pendant de très faibles fractions de temps, comme dans le cas des ondes amorties, leur amplitude n'a pas besoin d'être aussi grande et l'on obtient les mêmes portées de communications avec des puissances plus faibles.

3° La radiotéléphonie est devenue possible.

4° Le procédé de réception des ondes entretenues permet d'obtenir une sensibilité plus grande que tout autre procédé de réception. On a en effet recours à un procédé spécial dit hétérodyne, destiné à compléter le détecteur qui est inapte par lui-même à déceler les oscillations entretenues : on fait agir sur le circuit de réception, en même temps que l'émis-

Digitized by Google

sion à recevoir, une autre émission entretenue de très faible puissance et produite au poste récepteur lui-même. Cette émission est réglée sur une longueur d'onde un peu différente de celle de l'émetteur. L'interférence réciproque de ces deux émissions, de longueurs d'onde voisines, se traduit par un son perceptible à l'oreille. On peut aussi, plus simplement, créer dans l'appareil récepteur lui-même des oscillations de longueur d'onde voisine de celle à recevoir, ce qui permet de se passer du petit émetteur local. C'est la méthode de réception dite autodyne.

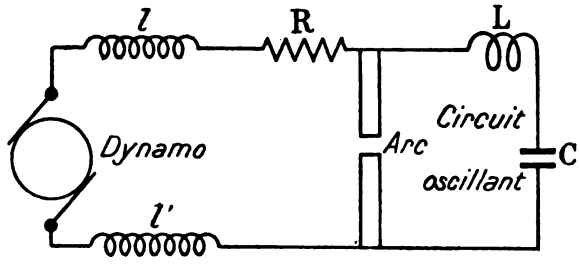


Fig. 4. — Production d'un arc émetteur.

Nous nous proposons dans cette série d'articles de décrire les principaux générateurs d'ondes entretenues : l'arc oscillant, l'alternateur à haute fréquence, le tube à vide où lampe à trois électrodes, et nous terminerons en comparant au point de vue industriel les divers systèmes employés.

DANS L'ARTICLE DE CE JOUR NOUS EXAMINERONS L'ARC OSCILLANT.

II. — Production des oscillations.

On a constaté qu'il était possible, dans certaines conditions, de faire naître des oscillations dans un circuit oscillant contenant une bobine de self-induction L et une capacité C, au moyen d'un arc placé en dérivation sur ce circuit oscillant.

Le circuit de l'arc qui comprend deux bobines de self-induction *l* et *l'* et une résistance R (fig. 4), est alimenté par une dynamo à courant continu.

Le phénomène peut s'expliquer de la façon suivante : Le courant dans l'arc a toujours le même sens, mais son amplitude peut varier. On a constaté que quand l'intensité *i* du courant dans l'arc augmente, la tension *v* aux bornes de l'arc diminue (fig. 5). Supposons l'arc en fonction et branchons brusquement le circuit dérivé. La capacité C commence à se charger de telle sorte que du courant est retranché à l'arc. Par suite, la différence de potentiel aux bornes augmente, ce qui augmente la tension de charge du condensateur. A cause de l'inertie de la bobine de self-induction L, lorsque la tension aux bornes de l'arc a une certaine valeur *v*, le courant de charge continue à se produire, de sorte qu'il arrivera un moment où la tension aux bornes du condensateur sera supérieure à la tension aux bornes de l'arc. A ce moment, le condensateur se décharge dans l'arc (les selfs *l* et *l'* barrant le passage de ce courant dans le circuit de la dynamo) ; l'intensité dans l'arc augmente, la tension aux bornes de l'arc diminue (on dit que l'arc possède une « résistance négative »). Il arrive un moment où les tensions aux bornes de l'arc et du condensateur sont égales ; mais, par suite de l'inertie de la self L le courant de décharge va se prolonger, et, la tension aux bornes du condensateur devenant inférieure à celle aux bornes de l'arc, le condensateur va se recharger et prendre une charge en sens inverse de la première charge. Les oscillations vont continuer dans le circuit oscillant.

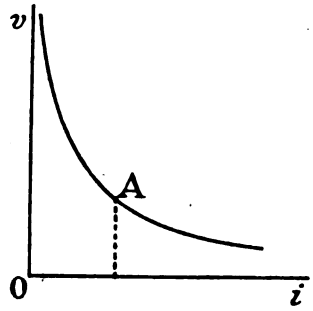


Fig. 5.

En réalité, le phénomène est beaucoup plus complexe, car la caractéristique dynamique (c'est-à-dire dans le cas de courants alternatifs de fréquence élevée et non plus continus) diffère notablement de la caractéristique statique (fig. 6) ; l'intensité et la tension ne sont plus en phase, de sorte qu'au moment où l'intensité est maximum il n'en est pas de même de la tension. Dans la pratique, l'arc s'éteint au moment où le condensateur se charge, lorsque l'intensité dans l'arc a suffisamment baissé. Pour le rallumer, il n'est pas nécessaire de rapprocher les électrodes, car, l'air entre celles-ci restant ionisé et la durée d'extinction étant très faible, il suffit d'une légère augmentation de tension pour rallumer l'arc. C'est ici qu'intervient la résistance R du circuit : au moment où l'arc s'éteint, le débit de la dynamo devient nul, la chute ohmique RI devient donc nulle. Il en résulte aux bornes de l'arc l'augmentation de tension désirée.

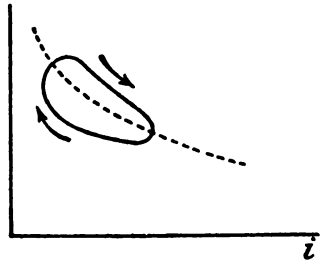


Fig. 6.

Au moment de l'extinction, les selfs *l* et *l'* contribuent également au rallumage, car leurs forces électromotrices viennent s'ajouter à celle de la dynamo au moment de l'extinction.

Digitized by Google

PÉRIODE. — On peut admettre que le courant dans le circuit dérivé LC est sensiblement sinusoïdal.

On a constaté que la période de ce courant est sensiblement $2\pi\sqrt{LC}$, de sorte que la période d'oscillation d'un arc diffère peu de la période d'oscillation propre du circuit placé en dérivation.

DIVERS MODES DE FONCTIONNEMENT DE L'ARC. — Nous venons de voir que l'arc est parcouru par deux courants, l'un continu d'amplitude I_c provenant de la dynamo, l'autre alternatif d'amplitude I_a dû au circuit oscillant.

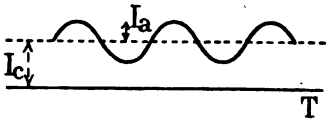


Fig. 7.

Suivant les valeurs respectives des amplitudes I_c et I_a et la nature des électrodes de l'arc, on peut obtenir trois modes de fonctionnement différents qui sont les suivants.

Premier mode d'oscillations. — $I_a < I_c$. Le courant dans l'arc ne s'annule jamais, il n'y a pas d'extinction. On obtient dans le circuit oscillant un courant alternatif non amorti à peu près sinusoïdal (fig. 7). Les amplitudes de ce courant sont très petites en comparaison de l'intensité moyenne débitée par la source.

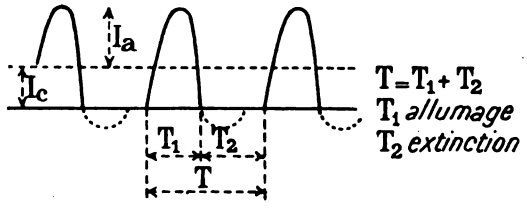


Fig. 8.

Ce mode n'est pas utilisé en T. S. F. à cause de la faible énergie qu'il permet de mettre en jeu ; cette énergie est d'autant plus faible que la fréquence des oscillations est plus grande.

Deuxième mode d'oscillations. — $I_a > I_c$ avec électrodes dissymétriques (charbon-métal). Le courant dans l'arc étant égal à $I_a + I_c$ devient nul dès que $I_a = -I_c$ et reste nul aussi longtemps que ces deux quantités sont de signe contraire. L'arc s'éteint et ne se rallume plus, car les électrodes sont établies spécialement pour s'opposer à ce rallumage qui ne peut se produire que lorsque la tension entre les électrodes de l'arc a de nouveau atteint la valeur de la tension d'allumage ; on s'oppose également au rallumage en produisant la désionisation de l'atmosphère au moyen d'un champ magnétique de valeur suffisante.

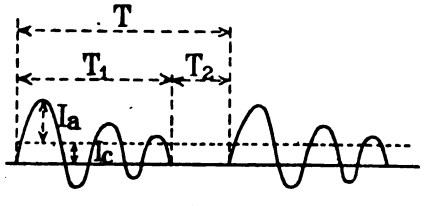


Fig. 9.

Chaque période comprend deux parties distinctes : l'une correspondant à l'allumage (courant dans l'arc différent de 0), l'autre correspondant à l'extinction (courant dans l'arc nul). Dans la première phase, la courbe des intensités dans le circuit à condensateur est une portion de sinusoïde, le courant est donc un courant alternatif ordinaire ; dans la seconde phase, le courant est un courant continu : la courbe des intensités est donc celle de la figure 8.

L'énergie des oscillations croît très rapidement avec la tension d'allumage ; celle-ci peut d'ailleurs être très supérieure à celle de la source par suite de la réaction des selfs.

Ce mode est le seul utilisé actuellement en T. S. F. Il donne les meilleurs résultats lorsque I_a est peu supérieur à I_c et que la période d'extinction est assez petite par rapport à la période d'allumage.

Troisième mode d'oscillations. — $I_a > I_c$ avec électrodes symétriques (allumage en retour). Quand I_a passe par la valeur I_c le courant dans l'arc s'annule, mais le gaz entre les électrodes peut encore être assez ionisé pour qu'une très faible tension (celle qui existe au moment où l'arc s'éteint) soit suffisante pour allumer l'arc. Le rallumage se produisant en sens inverse (allumage en retour) par l'effet du courant I_a qui est amorti, la décharge oscillatoire du circuit oscillant se poursuivra jusqu'à ce que la tension au moment où l'arc s'éteint soit devenue trop petite pour rallumer l'arc. Les oscillations sont interrompues et ne recommenceront que lorsque la source aura rechargé le condensateur ; à ce moment, une nouvelle série de trains d'onde recommencera.

On obtient donc des oscillations de la forme représentée figure 9, oscillations qui ressemblent à celles que l'on obtient dans le cas d'une décharge oscillante par étincelle, mais dont la fréquence est beaucoup plus élevée. L'arc s'éteignant brusquement quand l'amplitude des oscillations descend au-dessous d'une certaine valeur, ce mode de fonctionnement peut servir pour l'excitation par impulsion.

Pour obtenir ce troisième mode de fonctionnement, il faut employer des électrodes symétriques en métal bon conducteur de la chaleur. Le refroidissement doit être symétrique lui aussi. La capacité du circuit oscillant peut être quelconque, car on peut augmenter I_a sans inconvénient : il en résulte simplement une augmentation de la durée

Digitized by Google

d'extinction de l'arc, augmentation suffisant généralement pour faire disparaître l'ionisation.

Pratiquement $\frac{R}{Ro}$ est au plus égal à 0,8 et l ne dépasse pas 0,40. Ce mode de fonctionnement est employé dans l'arc Moretti (deux électrodes de cuivre dans de l'eau) et dans l'arc Von Lepel (électrodes métalliques très larges, refroidies par circulation d'eau).

RENDEMENT DE L'ARC. — L'arc étant bien réglé et le courant efficace dans l'antenne étant par conséquent égal à $\frac{I}{\sqrt{2}}$ le rendement est égal à $\frac{RI}{2V}$ où V, I, R, désignent respectivement la tension continue aux bornes de l'arc, le courant continu d'alimentation et la résistance de l'antenne. Si l'on désigne sous le nom de résistance de l'arc le rapport $\frac{V}{I} = Ro$ le rendement a pour expression $\rho = \frac{R}{2Ro}$.

Or, l'expérience montre que Ro est toujours supérieur à R ; dans les meilleures conditions de fonctionnement, le rendement de l'arc est donc toujours $< \frac{1}{2}$

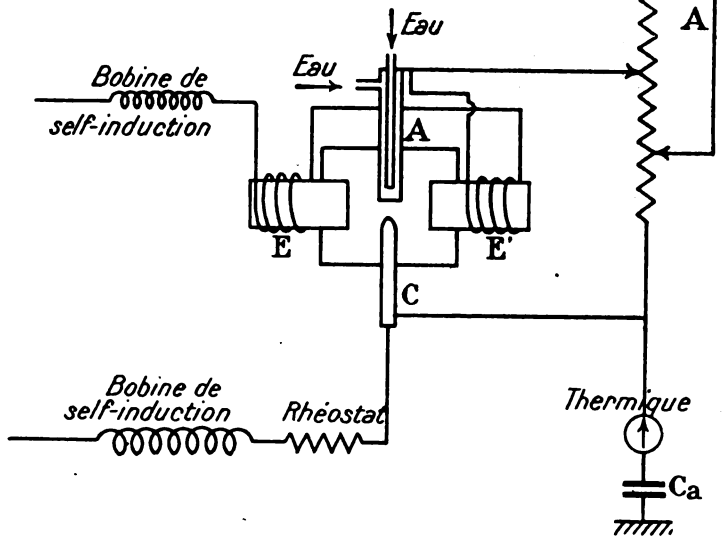


Fig. 10. — Schéma du dispositif de l'arc Poulsen.

III. — L'arc Poulsen (1).

PRINCIPE. — On emploie actuellement l'arc Poulsen qui utilise le deuxième mode de fonctionnement et qui permet de réaliser des fréquences supérieures à 50 000 par seconde, alors que l'arc de Duddell qui lui était antérieur et qui utilisait le premier mode indiqué ne pouvait donner que des fréquences inférieures à 10 000 par seconde.

Nous venons de voir que l'énergie des oscillations croît très rapidement pour un accroissement de la tension d'allumage. Il y a donc intérêt à augmenter celle-ci autant que possible, et pour cela il faut faire disparaître l'ionisation du gaz le plus rapidement possible.

Les règles à observer dans ce but sont les suivantes : 1° Eviter l'influence ionisante des électrodes incandescentes, en particulier de l'anode (électrode métallique).

Pour cela on construit l'anode en métal de grande conductibilité calorifique (cuivre) et on y ajoute une circulation d'eau ou des ailettes (refroidissement par l'air). On peut aussi employer des électrodes tournantes de façon que l'arc se forme toujours entre des points relativement froids des électrodes. Enfin on fait brûler l'arc dans un gaz de bonne conductibilité calorifique (hydrogène, gaz d'éclairage) et dans lequel l'oxydation des électrodes ne se produit pas, oxydation qui entraînerait comme conséquence un échauffement nuisible des électrodes.

2° Enlever le gaz ionisé de l'espace compris entre les deux électrodes.

On peut employer une soufflerie mécanique ou mieux un soufflage magnétique énergique exercé par un champ transversal pour chasser le gaz ionisé et détruire le plus rapidement possible la conductibilité entre les électrodes. La perte de cette charge se continue jusqu'à ce que sa tension atteigne la valeur de la tension d'allumage.

Le soufflage magnétique dans les convertisseurs à arc a donc une grande importance.

RÉALISATION PRATIQUE. — L'anode A est constituée par un tube de cuivre avec circulation d'eau. La cathode C est en charbon.

L'arc éclate en vase clos dans une atmosphère de gaz hydro-carburée obtenue par exemple au moyen d'un godet où l'on met de l'alcool qui s'échauffe goutte à goutte et tombe dans la cuve de l'arc où il est volatilisé.

(1) L'arc Poulsen a été inventé en 1902 par Poulsen et Pedersen (tous deux de Copenhague, Danemark), mais ce n'est qu'en 1909 que ce système a pris de l'extension, surtout grâce à Elwell, qui avait acheté le brevet pour toute l'Amérique et qui commença par construire deux premières stations en Californie. Voir son livre *The Poulsen Arc Generator*, London, 1923.

Digitized by Google

Le soufflage est effectué au moyen de deux électrodes E et E' dont les enroulements sont intercalés dans le circuit d'alimentation de l'arc et qui créent le champ transversal nécessaire.

L'alimentation de l'arc est assurée par un groupe convertisseur qui donne une tension généralement comprise entre 500 et 1 000 volts.

Le montage de l'arc peut se faire en indirect comme une émission à étincelle, mais le plus souvent on emploie le montage direct sur une antenne de capacité convenable (fig. 10).

Avec le montage direct on dispose sur l'antenne un condensateur C_a de grande capacité, afin d'éviter de court-circuiter la dynamo en cas de chute de l'antenne ou de perte entre celle-ci et la terre. Ce condensateur appelé condensateur de terre n'a aucun effet appréciable sur la période de l'antenne.

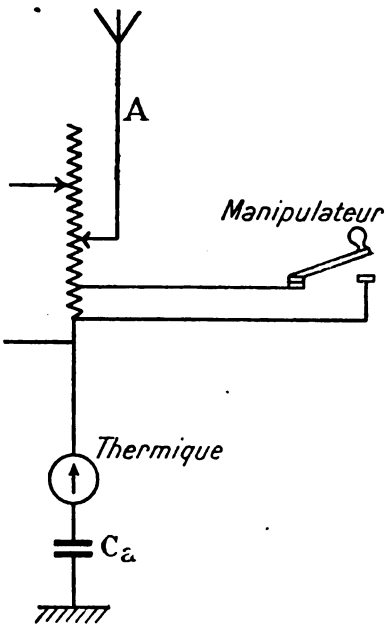


Fig. 11.

CAPACITÉ DU CIRCUIT OSCILLANT. — L'énergie fournie au circuit oscillant est proportionnelle à la capacité ($1/2\ CV^2$). Une grande capacité est donc avantageuse.

D'un autre côté, si la capacité est trop forte I_a devient très grande, ce qui entraîne un fort courant d'alimentation, car I_a ne doit être que peu supérieur à I_c. Or, plus le courant à travers l'arc est grand, plus l'échauffement des électrodes et l'ionisation sont élevés. Il en résulte qu'il existe une capacité optimum et qu'il faut travailler avec des circuits primaires de capacité relativement faible et de coefficient de self-induction relativement grand.

MANIPULATION. — Avec les postes à étincelle on manipule en coupant le courant de charge, mais dans le cas de l'émission par arc on peut couper le circuit d'alimentation de l'arc sans l'éteindre et le rallumage nécessiterait la mise en contact des électrodes.

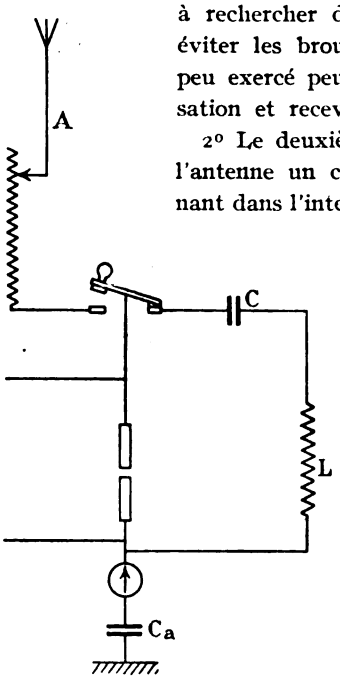


Fig. 12.

Il y a deux procédés différents de manipulation :

1° On émet d'une façon continue, mais on court-circuite une partie de la self d'antenne pendant les intervalles des signaux (fig. 11). On change ainsi légèrement la longueur d'onde surlaquelle sont émis ces signaux. Il y a donc émission de deux ondes. l'une utile correspondant aux signes, l'autre dite de compensation ou de retour. Il est préférable que l'onde utile soit réalisée avec la self décourt-circuitée, car les spires en court-circuit forment un circuit fermé qui absorbe une assez grande quantité d'énergie.

A la réception, le léger désaccord créé dans l'antenne suffit pour faire percevoir l'onde utile sans que l'on entende l'onde de compensation, à condition bien entendu qu'on soit bien réglé sur cette onde utile. Pratiquement, avec les accords très pointus obtenus dans les émissions entretenues, il suffit d'un désaccord de l'ordre de 2 à 3 p. 100.

L'inconvénient de ce procédé est l'existence en permanence de deux ondes différentes, ce qui est une grave objection à notre époque où les communications radiotélégraphiques sont devenues tellement nombreuses que l'on est conduit à rechercher des dispositifs très syntonisés pour éviter les brouillages. D'autre part, un opérateur peu exercé peut s'accorder sur l'onde de compensation et recevoir de ce fait en négatif.

2° Le deuxième procédé consiste à substituer à l'antenne un circuit de compensation non rayonnant dans l'intervalle des signaux. Lorsque le manipulateur est au repos, le circuit de l'arc est fermé sur un circuit formé par la self L et la capacité C. Pour émettre, on appuie sur le manipulateur, ce qui a pour effet de fermer le circuit de l'arc sur l'antenne (fig. 12).

Un des inconvénients du procédé est la nécessité pour le manipulateur de fermer un contact avant de fermer l'autre, sans quoi les oscillations se désamorceraient. De tels manipulateurs sont donc délicats à construire.

Un autre inconvénient est la dépense considérable d'énergie que l'arc continue à consommer pendant l'intervalle des signaux.

En revanche, l'onde de compensation est complètement supprimée.

Le dispositif Laüt (fig. 14) emploie également un

Digitized by Google

circuit oscillant auxiliaire, à courte longueur d'onde et dont la capacité est de l'ordre de une à deux fois la capacité effective de l'antenne. Mais il utilise un champ de soufflage indépendant du courant d'alimentation de l'arc, en alimentant les bobines de champ, soit en dérivation aux bornes de la génératrice, soit par une dynamo auxiliaire. Enfin, il intercale le manipulateur dans l'antenne.

Ce dernier dispositif est très simple comme conception et comme réalisation. Le manipulateur ne nécessite pas, pour éviter l'extinction de l'arc comme dans le procédé précédent, une construction mécanique très précise et un réglage délicat. Enfin il permet des changements de longueur d'onde immédiats et sans extinction de l'arc, car le circuit auxiliaire peut avoir une période propre indépendante de celle de l'antenne. Ce qui n'est pas le cas du procédé précédent dans lequel il faut régler le circuit auxiliaire pour chaque onde d'émission.

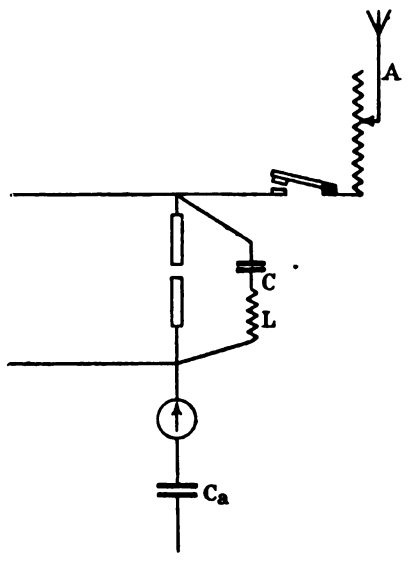


Fig. 13. — Dispositif de manipulation Laüt.

Dans l'arc Elwell, on manipule en supprimant un court-circuit sur une ou deux spires de la self d'antenne. Cependant la maison Elwell construit maintenant des arcs sans onde de compensation au moyen d'un circuit auxiliaire, circuit permettant, d'après un procédé anglais breveté, d'introduire si l'on veut une force électromotrice de compensation dans le circuit d'antenne en faisant réagir le circuit auxiliaire sur la self de l'antenne (fig. 14). Pour éviter les étincelles, on monte une résistance R aux bornes du manipulateur.

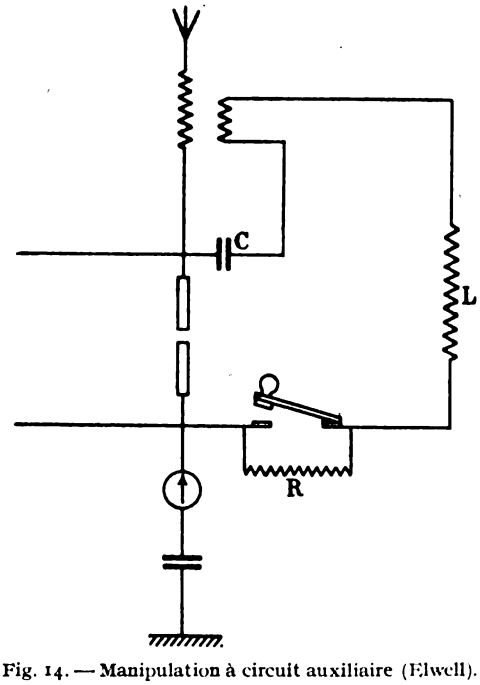


Fig. 14. — Manipulation à circuit auxiliaire (Elwell).

IV. — L'arc Elvell (fig. 15).

C'est un arc genre Poulsen. L'anode est en cuivre, la cathode en charbon.

La cuve de l'arc est en bronze, métal non magnétique, dont le couvercle maintenu par des boulons à ressort forme soupape de sûreté. L'eau de refroidissement circule à l'intérieur de l'anode en cuivre, dans le support de la cathode et dans la cuve qui est à double paroi ; elle est refoulée par une pompe spéciale à moteur électrique et doit être mise aussi pure que possible pour éviter les court-circuits.

Un petit moteur électrique communique au charbon un lent mouvement de rotation pour égaliser son usure.

L'électrode de cuivre est fixe. Le porte-charbon peut se déplacer longitudinalement pour permettre l'allumage ou le réglage de l'arc.

Deux électro-aimants servent à créer le champ magnétique nécessaire pour le soufflage de l'arc.

L'arc se produit dans une atmosphère gazeuse obtenue soit au moyen de gaz d'éclairage, soit au moyen d'alcool ou de pétrole lampant suintant goutte à goutte d'un godet spécial.

Le courant est fourni par une dynamo de 400 à 1 300 volts, suivant la puissance. Les selfs *l* et *l'* (bobines de choc) servent à protéger la dynamo contre les réactions à haute fréquence ; les enroulements des électro-aimants contribuent d'ailleurs à cette protection. On ajoute le plus souvent, pour compléter la protection de la dynamo, des lamp.s LL en série avec le point milieu à la terre et parfois, dans les grands postes, des condensateurs avec le point milieu à la terre.

Tous les appareils sont groupés en deux tableaux indiqués en pointillé sur la figure 15 : le tableau de la dynamo et le tableau de l'arc.

Le voltmètre V*a* placé sur le tableau de l'arc, après les bobines de choc par conséquent, est protégé contre les courants de haute fréquence par des selfs *s* et *s'*.

La manipulation se fait en supprimant un court-circuit sur une ou deux spires de la self d'antenne S*z*. Le court-circuit est établi par un contact double *c* manœuvré par un électro-aimant commandé par un petit manipulateur qui établit les contacts d'une source à 120 volts. Ces

Digitized by Google

contacts sont argentés. Dans les postes puissants on emploie une soufflerie spéciale pour éviter la formation d'arcs aux contacts qui nuisaient à la netteté des signaux.

Pour mettre en marche, on règle le rhéostat de réglage R pour un maximum de résistance et on met en contact les électrodes. On ferme l'interrupteur au tableau de l'arc et on écarte progressivement le charbon du cuivre ; quand le thermique d'antenne T commence à dévier, ce qui indique l'amorçage des oscillations, on diminue la résistance R. On continue à écarter les électrodes et à diminuer la résistance tout en surveillant le thermique d'antenne. On doit arriver à annuler la résistance sans que les oscillations se décrochent. Quand la résistance est nulle, on règle l'écart des électrodes pour le maximum de débit au thermique.

En principe, pour changer d'onde il faut éteindre l'arc, manœuvrer le commutateur d'ondes E et rallumer. Avec certains arcs de faible puissance, on peut manœuvrer le commutateur d'ondes en cours d'émission, mais cette manœuvre devient dangereuse à partir d'une certaine puissance.

Pour éteindre l'arc, on remet la résistance au maximum et on coupe le circuit.

Le professeur Pedersen, qui a beaucoup contribué à faire connaître le fonctionnement de l'arc Poulsen a imaginé un perfectionnement intéressant : il consiste en un étrier en cuivre refroidi par l'eau qui repose sur la cathode en charbon à une courte distance du bord actif. Pendant chaque période, l'arc éclate entre les points les plus proches des électrodes, puis est repoussé vers le haut et à l'extérieur par le champ magnétique jusqu'à ce qu'il s'éteigne. En fonctionnement normal, l'arc doit éclater aux points originaux, mais si le champ est trop faible, il éclatera sous forme d'un arc long entre les points où il vient de s'éteindre, et il continuera ainsi à être repoussé de plus en plus pendant les périodes suivantes qui ne sont donc plus une exacte répétition de la première période. Avec des champs assez faibles, trois ou quatre périodes pourront se produire avant que l'arc cesse son déplacement vers l'extérieur et n'éclate de nouveau aux points les plus proches des électrodes. Cette irrégularité des périodes successives peut être empêchée par un accroissement convenable du champ qui ne doit pas être trop fort, cependant, car il en résulterait une diminution du rendement.

L'addition de l'étrier à refroidissement par l'eau

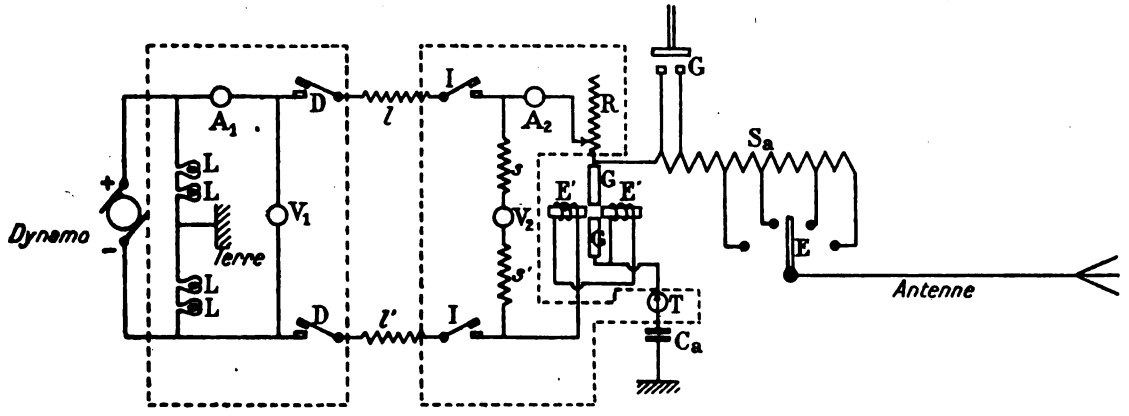


Fig. 15. — Arc Elwell.

L, lampes de protection.
A_1, A_2, Ampèremètres.
V_1, V_2, Voltmètres.
D, Disjoncteurs automatiques.
I, Interrupteurs.
l, l', Bobines de choc.
s, s', Selfs de protection de V_2.
R, Rhéostat de refuge.
E', Electro-aimants de soufflage.
T, Thermique de l'antenne.
C_a, Condensateur de terre.
S_a, Self d'antenne.
E, Commutateur d'ondes.
C, Relais de manipulation.

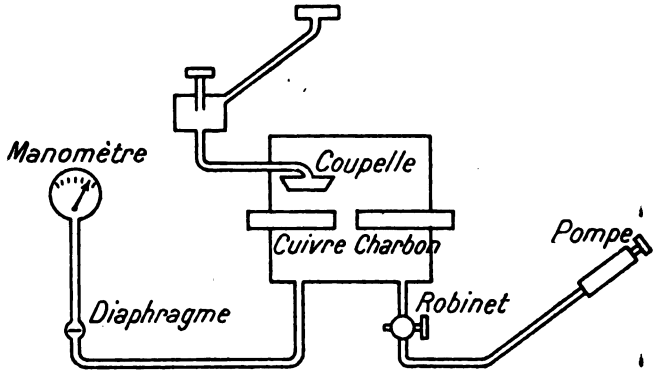


Fig. 16. — Dispositif de Bellescize.

Digitized by Google

oblige l'arc à s'éteindre quand il l'atteint, et à éclater aux points les plus proches des électrodes, même avec un champ magnétique trop faible pour donner ce fonctionnement idéal quand l'étrier en question n'est pas en place. Les oscillogrammes obtenus montrent bien que le résultat cherché est obtenu par l'addition de ces étriers.

V. — Modifications apportées à l'arc Elwell par M. de Bellescize.

M. de Bellescize a apporté à l'arc les modifications suivantes :

1° Le carburant est du pétrole lampant qui tombe d'un godet dans une coupelle métallique placée au-dessus du cuivre (fig. 16). On doit régler le débit à une goutte toutes les trois secondes.

2° L'étanchéité de la cuve d'arc est rendue aussi parfaite que possible par des joints spéciaux.

3° La pression à l'intérieur de la cuve est réglable et contrôlée au moyen d'un manomètre. On la règle par le débit de pétrole. On la fait diminuer en ouvrant un robinet d'évacuation. Elle doit être maintenue aux environs de 200 grammes.

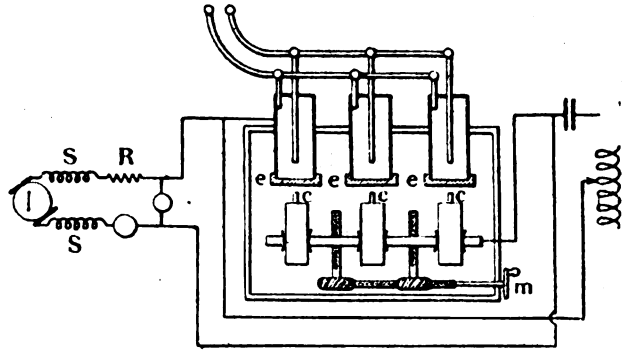


Fig. 17. — Arc Colin-Jeance.
I, Induit du générateur de courant continu.
S, S, Bobines de choc.
R, Résistance de réglage.
C, Electrodes de cuivre.
E, Electrodes de charbon.
M, Manivelle de réglage.

4° Une pompe à air permet soit de contrôler l'étanchéité de la cuve de l'arc, soit de chasser les gaz brûlés. La cuve porte un robinet à trois voies qui permet, soit de fermer la cuve, soit de la mettre en communication avec l'extérieur, soit de la mettre en communication avec la pompe.

La manœuvre est analogue à celle de l'arc Elwell, mais pendant l'allumage on ouvre l'arrivée du pétrole et la communication à l'air libre, et on introduit quelques centimètres cubes d'alcool.

Après l'allumage on ferme l'évacuation de la cuve. Quand l'arc est chaud, on peut allumer directement au pétrole.

Arc Colin-Jeance (fig. 17). — Il est basé sur les mêmes principes généraux que l'arc Poulsen, mais il en diffère par les points suivants : il comporte plusieurs arcs en série dans la même boîte étanche ; il ne possède pas de champ magnétique pour le soufflage des arcs ; une résistance réglable (R) est en permanence dans les circuits d'alimentation de l'arc. L'anode (C) est en cuivre creux de grand diamètre ; elle est refroidie par de l'eau qui entre et sort par les tubes T et T' visibles sur la figure.

Les charbons (*e*) sont de très petit diamètre (de 2 à 10 millimètres suivant la puissance). La manivelle (*m*) sert à les régler simultanément.

Un circuit oscillant est mis en dérivation sur l'arc et l'on utilise le montage indirect avec couplage inductif.

Les changements d'ondes peuvent s'effectuer sans inconvénients pendant l'émission.

VI. — Conclusion.

Le principal avantage de l'arc comme générateurs d'ondes entretenues est son aptitude aux changements de longueurs d'onde, avantage sérieux pour les communications militaires. Mais il n'a ni la stabilité, ni la régularité des émetteurs à lampes; cette instabilité se traduit par des variations de régime de l'arc, variations qui se manifestent dans les récepteurs plus ou moins voisins par des bruissements particuliers caractéristiques de l'arc. En outre, l'oscillation fondamentale des postes à arc est accompagnée de nombreux harmoniques qui gênent parfois le service des autres postes.

D'autre part, quel que soit le procédé de manipulation, seules les oscillations rayonnées pendant la durée des signaux ont un effet utile sur le récepteur, l'énergie absorbée pendant les intervalles étant gaspillée inutilement. Cet inconvénient est particulièrement sérieux pour les postes puissants.

Enfin, nous avons vu qu'il existe une onde de compensation (dite aussi « onde de retour ») dont la suppression est demandée par tous les techniciens. Les différentes solutions adoptées pour supprimer cette onde de compensation sont d'un emploi plus ou moins délicat ou fatigant pour les machines. D'ailleurs la rupture du courant par le manipulateur dans la partie de la self d'antenne court-circuitée ne va pas sans inconvénients, quand il s'agit de courants importants. On est conduit à multiplier le nombre des coupures et à souffler énergiquement par un courant d'air les arcs qui prennent naissance aux coupures. La vitesse de la manipulation elle-même est limitée par la nature du procédé dès qu'on arrive

Digitized by Google

aux grandes puissances, inconvénient d'autant plus grave que ce sont les postes commerciaux de grande puissance qui ont le débit le plus considérable.

Si l'on ajoute à ces inconvénients la nécessité de nettoyage fréquent de la cuve d'arc, les précautions à prendre au point de vue isolement contre les surtensions, on comprend aisément pourquoi l'arc tend à disparaître et à être remplacé par le poste à lampes ou l'alternateur à haute fréquence.

Nous reviendrons d'ailleurs plus tard sur cette question en comparant l'arc à l'alternateur.

Parmi les arcs qui furent ou sont encore en service en France, signalons ceux de la Tour Eiffel, de Lyon (La Doua), de la Croix-d'Hins (Bordeaux), de Nantes. Aux Etats-Unis, Annapolis possède des arcs analogues à ceux de la Croix-d'Hins, mais la tendance est d'adopter l'alternateur et plus particulièrement l'alternateur Alexanderson que nous décrirons bientôt. En France, l'alternateur est de plus en plus en faveur comme nous le verrons par la suite.

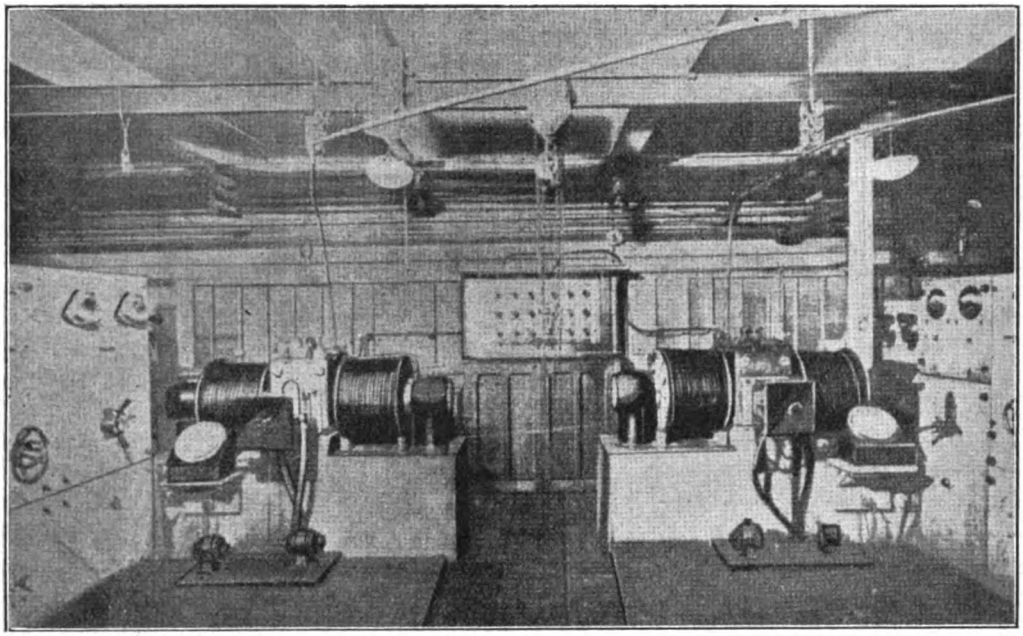


Fig. 18. — Emetteur à arc Poulsen (100-150 kilowatts) de la Tour Eiffel.

L'Angleterre était généralement restée fidèle aux arcs et les avait choisis pour ses nouvelles stations de Leafield et du Caire. Une réaction très nette tend cependant à se manifester dans cet ordre d'idées...

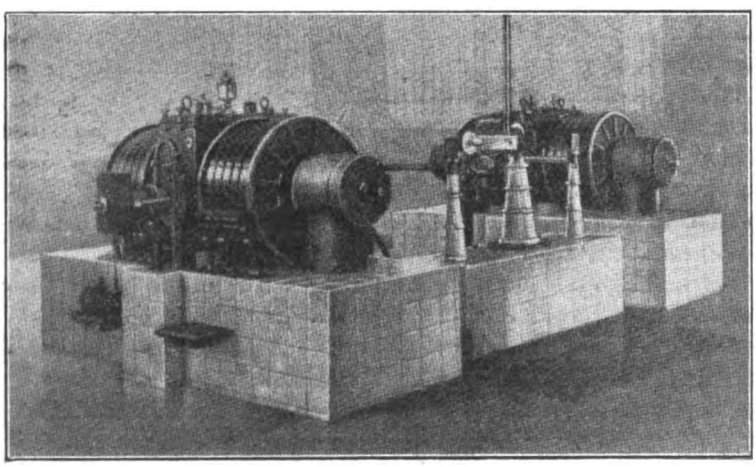


Fig. 19. — Emetteur à arc Poulsen de la station de Lyon (350 kilowatts).

ERRATUM

Dans la légende du dessin de la page 70 du dernier numéro, lire au dernier mot de la 5e ligne Solutréen *au lieu de* Lolutréen ; *et à la 3e ligne : « au moment où se* ferme *la période... » et non « se* forme » *ce qui donnerait un sens complètement différent.*

Digitized by Google

Le premier Congrès national de la Tourbe

PAR

M. Paul NICOLARDOT

Docteur ès sciences, Directeur du Bureau International permanent de Chimie analytique.

A Notre-Dame-de-Liesse, près de Laon, aux bords des marais de la Souche, s'est tenu du 22 au 25 septembre dernier le premier Congrès national de la tourbe. Cette substance dédaignée parce qu'elle exige, suivant une opinion très répandue, pour ne pas dire généralement admise, plus de dépense mécanique et plus de calories pour la transformer en combustible qu'elle ne peut en restituer quand elle brûle, a cependant retenu l'attention de nombreux savants, techniciens et industriels, qui ont pu se rendre compte qu'une industrie nouvelle de la tourbe avait pris naissance.

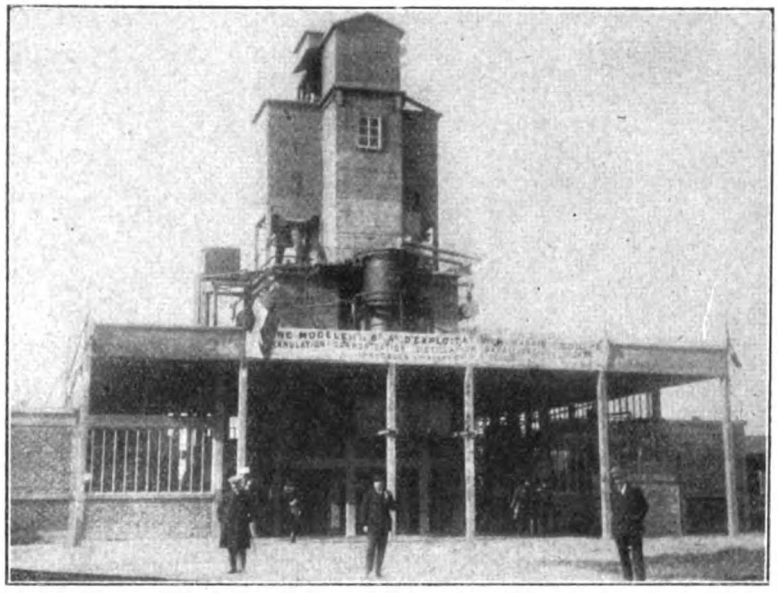


Fig. 1. — L'usine-modèle de Notre-Dame-de-Liesse, inaugurée au premier Congrès de la Tourbe, pour le traitement industriel de ce produit par les procédés Charles-Roux.

Placé sous le haut patronage des ministres de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie, ainsi que de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture, ce Congrès a été organisé par des hommes de grande valeur, et à leur tête est un homme hautement et justement apprécié dans le Laonnois, M. Charles Bailliot. Il a cru en l'avenir de la tourbe, et après avoir entendu un inventeur que rien ne peut décourager, M. A. Charles-Roux, il l'a aidé à réaliser déjà une grande partie de ses idées et une usine s'est élevée, grâce à leur ténacité commune, sur les bords des grands marais de la Souche pour traiter industriellement la tourbe. Autour de cette usine ont été groupés pour le Congrès tous les appareils permettant d'extraire la tourbe, de la traiter et de la transformer, et exposés les résultats obtenus par les diverses industries qui utilisent actuellement la tourbe, plus ou moins transformée.

L'usine. — L'usine de la Société des Marais de la Souche, qui a permis de créer une industrie nouvelle de la tourbe et dont on peut voir sur la figure 1 l'aspect général, a été installée dans une région possédant plusieurs milliers d'hectares tourbeux ; il faut en effet prévoir l'amortissement de l'usine et du matériel, être assuré par suite d'une exploitation portant sur un grand nombre d'années.

L'extraction de la tourbe, qui ne se fait presque plus à la main, est réalisée à Notre-Dame-de-Liesse à l'aide d'une machine imaginée par M. Charles Bailliot et dont un modèle en réduction, construit par son fils, figurait à l'exposition. Elle comprend deux louchets composés chacun d'un châssis roulant sur des rails parallèles à la tourbière. Un moteur de faible puissance, mû par gazogène à la tourbe, commande l'appareil. Celui-ci est constitué essentiellement d'un louchet de forme spéciale. Ce louchet, guidé par un tube construit en fers profilés, s'enfonce verticalement dans la tourbière par son propre poids, puis sous l'action du moteur. Au moment où la résistance augmente et indique que la nature du sol change, la cuiller en acier qui est à l'extrémité du louchet se referme automatiquement. Le louchet remonte et au moment où le bloc de tourbe arrive à hauteur d'un tapis roulant en caoutchouc, une lame découpe sur toute la largeur du bloc une grande tranche, qui est aussitôt après sectionnée en pains réguliers. Ces derniers sont emportés par la courroie en caoutchouc. Les ouvriers les mettent en

Digitized by Google

tas réguliers. Il suffit de trois personnes pour conduire l'appareil, et extraire actuellement la tourbe sur toute la profondeur de la tourbière, de 3 m. 50 à 4 mètres (figures 2 et 5).

Les pains de tourbe renferment 90 p. 100 d'eau ; ils sèchent sur place et sont ensuite chargés, quand ils ne renferment plus que 80 p. 100 d'eau, sur de petits wagonnets, entraînés sur une voie de 60 par une minuscule locomotive. Ils sont alors étalés sur de vastes aires de séchage, où ils restent des mois et même des années, avant de servir aux diverses industries utilisant la tourbe. Il y a là, comme on le voit, un grand progrès sur les anciennes exploitations exécutées en France, et apparition de procédés vraiment industriels.

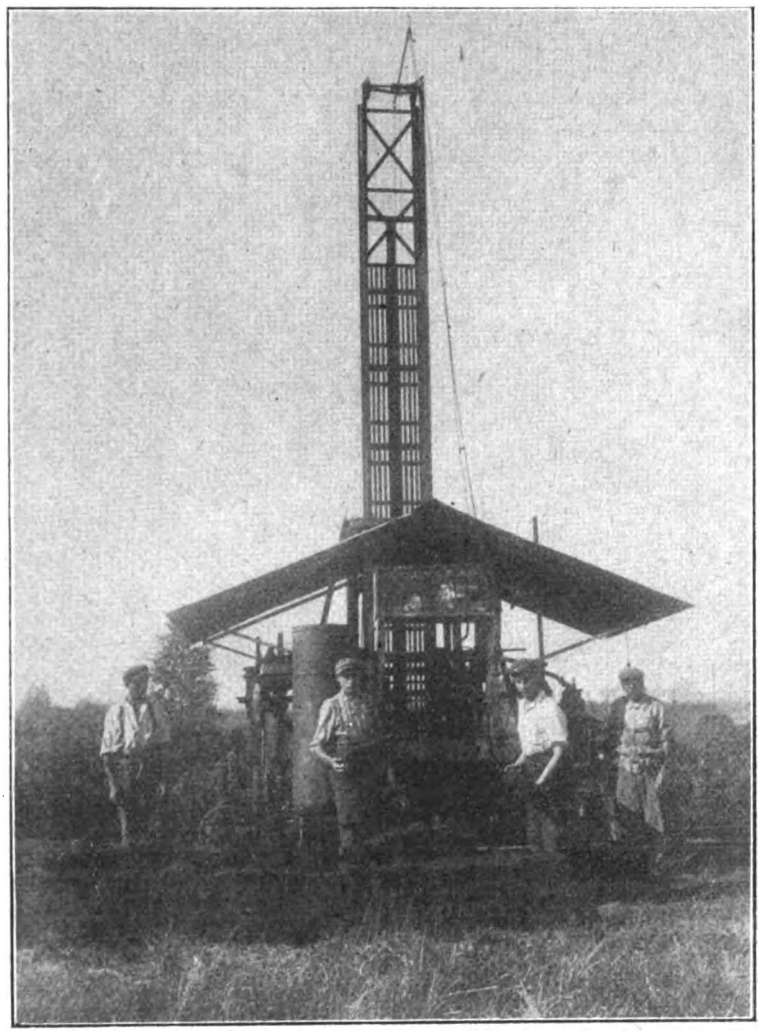


Fig. 2. — La machine à extraire et à découper la tourbe, de M. Ch. Bailliot. Deux de ces machines sont en service aux Marais de la Souche et ont fonctionné devant les congressistes. Chacune d'elles peut extraire une centaine de tonnes de tourbe brute par jour ; soit 15 tonnes de tourbe commerciale à 30 p. 100 d'humidité.

Les pains peuvent être livrés plus ou moins desséchés aux sociétés qui les transforment en engrais ou traités à l'usine même. La capacité de production de l'usine a été prévue pour 20 tonnes par jour de tourbe sèche. La tourbe à 80 p. 100 est d'abord amenée à un désintégrateur des Établissements Maguin, qui la transforme en pâte. Un élévateur vertical à godets la transporte à un mélangeur, qui la malaxe et la livre sous forme de petites carottes ; celles-ci sont passées à un tamis à secousses pour éliminer les parties trop grosses ou trop fines, tandis que les produits classés sont soumis à un premier séchage, pendant trois jours, à l'abri des intempéries ; le produit, tenant de 45 à 50 p. 100 d'eau, est amené par un élévateur vertical dans un séchoir également vertical, chauffé par les chaleurs perdues des fours de carbonisation. Le produit est ramené ainsi à 20 à 25 p. 100 d'eau, et passe alors dans un four vertical (il y en a quatre, dont deux seulement en service), où s'opère une carbonisation en vase clos. Ces fours sont constitués par des cylindres en tôle de 1 m. 60 de haut et 60 centimètres de diamètre ; ils sont chauffés par des gazogènes alimentés d'une part par les gaz non condensés et d'autre part par une certaine quantité de tourbe granulée à 50 p. 100 d'humidité. Le résidu de la carbonisation est du semi-coke, fourni en petits granules assez bien calibrés appelés « Granol », que l'on reçoit dans les étouffoirs, et qui sont vendus, soit pour faire des charbons activés, soit pour alimenter des gazogènes de moteurs ; les produits qui se dégagent des cornues sont constitués par des eaux ammoniacales, des goudrons, etc. ; ces produits sont traités les uns pour préparer du sulfate d'ammoniaque, les autres par distillation pour fournir des huiles de diverses densités, utilisables soit comme carburant, soit pour le graissage, ainsi que de la paraffine, des phénols, du brai, etc. La force motrice de l'usine est constituée par trois groupes formés d'un moteur de Dion-Bouton 4 cylindres ali-

Digitized by Google

menté par un gazogène à la tourbe, actionnant une dynamo, chaque appareil de l'usine ayant son moteur électrique individuel.

La main-d'œuvre nécessitée par l'usine est extrêmement restreinte.

Exposition.— A gauche de l'usine, sous un hangar, divers exposants ont disposé des appareils variés, et dans les champs voisins, sur les routes, sont exécutées diverses expériences. On pouvait voir d'abord une locomobile de la maison Lanz, de Mannheim, possédant un foyer spécial pour brûler la tourbe simplement séchée à l'air et par conséquent à environ 60 à 80 p. 100 d'humidité, et dont la consommation était de l'ordre de 4 à 5 kilogrammes au cheval-heure. Cette locomobile fournissait l'éclairage et la force motrice nécessaires pour l'exposition et de nombreuses démonstrations. Un autre exemple d'application est un four de pâtissier présenté par l'Industrielle Agricole du Soissonnais (Geoffroy et Amodru, à Crouy, Aisne). Enfin, au point de vue domestique, les Forges de Sougland ont établi des poêles en fonte émaillée, du genre de ceux qui servent au chauffage par dessiccation à l'air.

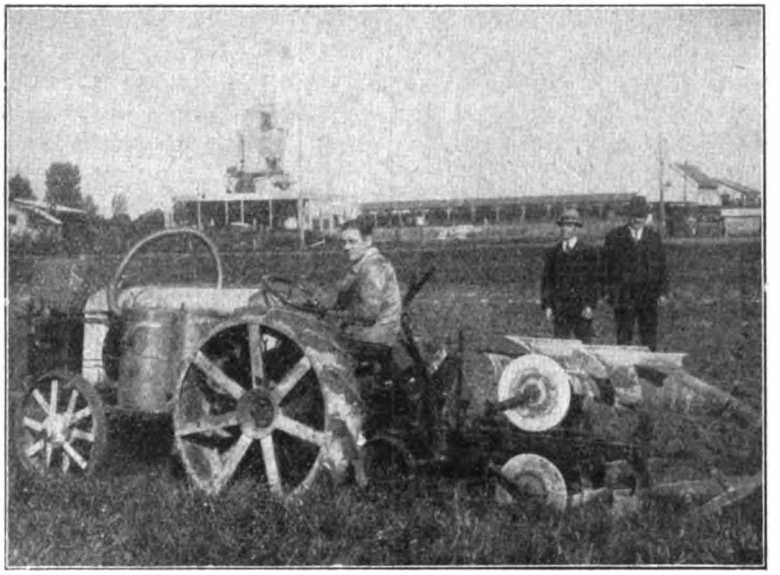


Fig. 3. — Un tracteur agricole muni d'un gazogène à charbon de tourbe granulée. Le labour est effectué sur les champs avoisinant l'usine qui vient de produire le nouveau carburant actionnant son moteur.

Pour l'utilisation de la force motrice, les Établissements Valet (d'Etampes) ont modifié leur gazogène à bois pour le faire fonctionner à la tourbe séchée à l'air et contenant environ 60 p. 100 d'eau. Dans cet état la tourbe a le même pouvoir calorifique que le bois. Un gazogène de 3 à 5 CV alimentait un moteur Conor et Mabiaule de 4 CV, et fournissait le CV-heure à moins de 10 centimes entraînant une dynamo qui fournissait du courant électrique à un certain nombre d'appareils ménagers : ventilateurs, réchauffeurs d'eau, fers à repasser, etc.

Comme véhicules, on voyait fonctionner dans un champ un tracteur Fordson de 22 CV alimenté par un gazogène C. G. B. (de la Carbo - Gazéification du Bois), qui, au lieu de recevoir du bois, recevait les granules de tourbe fabriqués par le procédé Roux à l'usine de Liesse ; ce tracteur remorquait une charrue brabant « Rud-Sack » de 560 kilos à une vitesse de 4 km. 5 à l'heure, et le rendement du moteur avec le gaz des granulés de tourbe est supérieur d'au moins 20 p. 100 au rendement obtenu avec le charbon de bois et presque égal à celui fourni par un poids d'essence égal au poids des granulés employés.

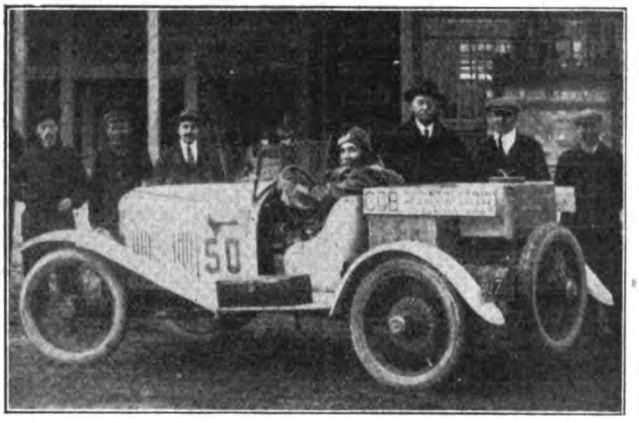


Fig. 4. — La voiture de sport, munie d'un gazogène à tourbe, à bord de laquelle M. Charles-Roux a effectué plus de 15 000 kilomètres à travers la France sans employer d'autre carburant que le charbon de tourbe granulé.

Une automobile Ford munie du dispositif Montier, ayant fait 15.000 kilomètres en fonctionnant à l'aide d'un gazogène utilisant le bois ou la tourbe était également exposée.

Le plus intéressant de tous ces véhicules était le grand autobus des Établissements Panhard et Levassor, qui a effectué, sous l'initiative du colonel Ferrus, les 3.500 kilomètres du « Rallye des carburants » cet été, partiellement à l'aide de charbon de bois, partiellement à l'aide de granulés de tourbe. On a pu constater

Digitized by Google

la marche parfaite de la voiture avec la tourbe, la possibilité de varier sans inconvénients la vitesse dans de très larges limites et en particulier l'excellence des reprises, la vitesse pouvant d'ailleurs atteindre et dépasser 95 kilomètres à l'heure. La voiture de M. Charles-Roux qui avait pris part également au Rallye des carburants nationaux était fort entourée. Cette voiture qui a déjà parcouru plus de 15.000 kilomètres sans accident en n'utilisant que des granulés de tourbe, des granols, a malheureusement valu à son propriétaire des contraventions pour excès de vitesse. (fig. 4).

Un certain nombre de constructeurs d'appareils à carboniser le bois étaient venus démontrer sur place aux possesseurs de tourbières, incapables de faire les frais d'une installation comme celle de Liesse, qu'ils pouvaient néanmoins opérer la carbonisation de leur tourbe pour en obtenir un produit plus aisément utilisable; et l'on voyait exposés entre autres les fours Trihan, un four basculant système Bonnello et Aubé, de la Société Lorraine de carbonisation (à Pont-à-Mousson), et un four Sept, du Syndicat d'Études des Produits Techniques, où les gaz combustibles dégagés par la carbonisation sont ramenés dans le foyer pour y être brûlés, étaient également exposés.

Les fours Trihan, dont le montage est extrêmement simple, ont fonctionné devant les congressistes.

Ils se composent de panneaux démontables d'un poids de 40 à 80 kilogrammes, suivant la taille, ce qui permet de les transporter facilement. Le montage se fait en quelques minutes.

Ces fours sont pratiquement inusables. En effet, les tôles intérieures qui semblent être les plus exposées, par suite du degré de chaleur atteint dans l'appareil, se recouvrent dès la première opération d'une épaisse couche de calamine qui les protège d'une façon efficace. Le seul entretien des fours consiste à les enduire extérieurement deux fois par an d'une couche de coaltar pour les protéger contre les intempéries auxquelles ils sont exposés.

L'opération de carbonisation comprenant le chargement de l'appareil, l'allumage et la cuisson, la période de refroidissement et la mise en sacs du charbon dure de 24 à 48 heures, suivant la capacité du four et l'état hygrométrique des matières employées. Deux hommes peuvent aisément conduire une batterie de 5 ou 6 appareils, s'employant à garnir ou à vider les uns pendant que les autres cuisent ou refroidissent. D'où production intense avec une main-d'œuvre réduite au minimum.

Les modèles présentés n'étaient pas adaptés pour la tourbe. Ils ont pourtant donné de bons résultats ; le charbon obtenu paraissait excellent, mais le rendement n'a pas pu être établi à cause du petit nombre d'essais effectués sur la tourbe à 80 p. 100 d'eau.

Enfin dans cette exposition figuraient les industries de l'avenir et celles qui permettent de transformer une tourbière épuisée soit en un étang poissonneux, soit en un domaine fertile.

La *Société des tubes électro-frettés* exposait les tubes permettant d'emmagasiner sous de très hautes pressions des gaz, comme le méthane, qui, suivant l'heureuse idée du colonel Lucas Girardville, apportent un précieux appoint aux carburants nationaux et pourront être chargés avec les gaz combustibles, produits au cours de la distillation des granulés de tourbe.

MM. Riollet-Dufour, à Paris, ont fait fonctionner un appareil de faucardement à lame circulaire « Le Tourbillon ». Cet appareil léger (il ne pèse que 34 kilos) a une lame de 53 centimètres de diamètre, en acier fondu, se battant et s'affûtant comme une faux ordinaire. L'arbre de l'appareil a une longueur normale telle, qu'on peut couper à 2 mètres de profondeur. Il peut d'ailleurs être prolongé.

Le « Tourbillon » n'est pas fragile et coupe parfaitement bien les roseaux les plus durs. Ces appareils de faucardement permettent de débarrasser les tourbières épuisées et transformées en étang poissonneux, de leurs herbes envahissantes.

Quand l'eau est retirée, il faut drainer le sol pour le livrer à l'agriculture. Des essais de drainage en galeries ont été exécutés par les Établissements Flaha-Thomas qui avaient amené deux draineuses, l'une simple, l'autre à relevage automatique. Ces draineuses ont bien fonctionné et les lèvres des galeries sont restées régulièrement écartées après le passage de l'étançon.

Ces diverses expériences ont été encore reproduites au cours du Congrès lui-même.

Congrès. — La tourbe constitue une des richesses du patrimoine français (1) ; notre pays en possède environ 100.000 hectares actuellement reconnus, constituant une réserve minimum de un milliard de tonnes et peut-être davantage, car la profondeur n'est pas toujours bien connue ; cette richesse est répartie entre environ 800 tourbières. Bien que ne formant que le 1/500° de la réserve mondiale en tourbe, (un quart appartient à la seule Russie), cette ressource est très appréciable, car son exploitation suffirait pendant un siècle à assurer le quart de nos besoins en carburants spéciaux en même

(1) *La Science Moderne* a déjà consacré deux articles à la question de la tourbe, en raison de l'importance croissante que prend ce produit. Rappelons aussi le récent ouvrage de M. Nègre sur ce sujet, et dont nous avons rendu compte.

Digitized by Google

temps qu'elle permettrait d'obtenir d'intéressants sous-produits.

L'utilisation de la tourbe dans les localités qui en possèdent est déjà très ancienne, et pendant la Grande Guerre des efforts importants avaient été faits pour reprendre son extraction ; mais ils cessèrent bientôt. Car on n'envisageait alors l'emploi de la tourbe que comme combustible. Or, il n'est qu'un pauvre combustible, malodorant quand il brûle, difficile et coûteux à transporter à cause de sa fragilité, de sa faible densité. Le grand mérite de M. Charles-Roux a été de montrer que la tourbe était un précieux minerai, d'où pouvaient être extraits des carburants et surtout un agglomérant de premier ordre, à cause de ses propriétés colloïdales.

Le Congrès a tenu ses séances le 25 et le 26 septembre. La principale séance, celle du samedi, où l'on entendit la lecture de dix importants mémoires, fut ouverte sous la présidence de M. Dumanois, représentant M. le ministre du Commerce.

Dans son remarquable discours d'ouverture, le savant président fit remarquer que dans notre siècle dit de progrès, les 90 p. 100 de l'activité sont monopolisés pour le transport des produits nécessaires à notre existence ; la cherté de la vie est donc en très grande partie le résultat du coût élevé des transports ; étant donnée la place de plus en plus grande prise par le moteur à explosion à ce point de vue, et le fait que l'alimentation usuelle de ces moteurs est produite à l'aide d'essence d'importation, il y a donc pour la France, comme pour tous les pays dans le même cas qu'elle, un très gros intérêt à rechercher des produits de substitution à ce carburant étranger et coûteux. Le congrès va montrer que la tourbe constitue une de ces solutions.

Il tint à signaler, et ceci est très important, que le problème des carburants n'a pas une solution unique, une panacée universelle ; c'est à tort qu'on a cru le résoudre dans ce sens au moment où l'on préconisa pour cela le « carburant national ». Il faut au contraire admettre la nécessité de diverses solutions les plus judicieusement possible adaptées aux conditions variables d'emploi, et dont la juxtaposition nous libérera de l'importation d'essence qui, au taux actuel de 15 millions d'hectolitres (à 125-130 francs rendu port français), coûte 2 milliards par an à la France, la situation s'aggravant d'ailleurs chaque année. Il y a le plus grand intérêt à utiliser nos propres ressources ou celles de nos colonies.

L'exploitation des tourbières paysannes. — M. Fernand Le Monnier, délégué du Comité central de Culture mécanique, près l'Office national des combustibles liquides, traite la question de l'exploitation paysanne des tourbières.

Il fait remarquer que toutes les tourbières ne peuvent pas être traitées industriellement, les unes ayant une surface trop restreinte, les autres une épaisseur trop faible. Ce n'est cependant pas une raison pour les délaisser. On peut sécher la tourbe rapidement à 50 p. 100, comme on le voit à l'usine des marais de la Souche. La main-d'œuvre spécialisée n'est pas indispensable ; on peut employer la machine à extraire la tourbe inventée par M. Charles Bailliot, que de simples manœuvres conduisent.

Le procédé de granulation de M. Charles-Roux permet de sécher la tourbe très rapidement et d'abaisser la teneur en eau à 30 p. 100.

Mais le débouché de la tourbe crue et séchée comme combustible ne paye pas. Fort heureusement si la tourbe est un *combustible* pauvre, il est un *carburant* riche. Le gaz de tourbe est plus riche que le gaz de charbon de bois et que le gaz de bois. Alors que la tourbe crue fournit 1.100 calories, le gaz de tourbe dépasse 2.000 calories. Avec les granulés de tourbe les résultats sont encore meilleurs, ils peuvent être brûlés dans les gazogènes. On en a vu un exemple avec les gazogènes Valet, qui fonctionnent à l'exposition. Les granulés sont moins encombrants, plus maniables, plus riches en gaz que la tourbe naturelle.

La tourbe peut même être brûlée en gros cubes à l'aide de foyers spéciaux dans des locomobiles du modèle de celle exposée à côté de l'usine et qui développe une force de six chevaux.

Ainsi, l'exploitation des petites tourbières peut alimenter les gazogènes fixes de toute une région et résoudre dans bien des cas la question si angoissante de la main-d'œuvre agricole. Les granulés carbonisés peuvent en effet entraîner des tracteurs agricoles dans des conditions plus satisfaisantes que le bois ou le charbon de bois, ainsi que cela semble établi par l'expérience du tracteur de M. Hamel sur le terrain voisin de l'usine au cours du congrès.

Quand la tourbière aura été exploitée, on peut tirer encore profit du terrain. Elle peut être transformée en étangs poissonneux ou en prairies comme en Hollande. Les prés tourbeux drainés forment de très bons pâturages. Mais comme les drainages en poteries coûtent trop cher, on recourra partout où ce sera possible, aux drainages en galeries, qui ne reviennent qu'à 200 francs l'hectare.

L'extraction et l'exploitation industrielle de la tourbe. — M. Charles Bailliot donna lecture de la communication suivante :

Bien des méthodes plus ou moins compliquées ont été essayées pour extraire et traiter la tourbe ; elles se ramènent à deux principes généraux :

1° Conserver à la tourbe sa composition naturelle ;

Digitized by Google

2° Extraction avec malaxage immédiat et transformation de la matière.

Cette dernière méthode est celle qui semble s'être le plus généralisée, parce qu'apparemment elle se prête mieux à une exploitation vraiment industrielle. Elle a cependant de tels inconvénients, qu'on pourrait presque dire qu'elle est la cause principale des nombreux échecs éprouvés par ceux qui ont touché à la tourbe. En effet, s'il est incontestable que le malaxage a pour effet principal de rendre la tourbe plus homogène et plus dense, il ne faut pas perdre de vue qu'on obtient un produit mou, contenant 90 p. 100 d'eau, difficile à manipuler.

Pour faire disparaître cette eau, il faut mouler la pâte de tourbe et déposer ensuite les briquettes une à une sur de vastes aires d'étendage, qui doivent être aussi rapprochées que possible du lieu d'extraction. Il faut ensuite retourner ces briquettes, les mettre en pilettes, les retourner à nouveau et les mettre en tas. Le coût de toutes ces manipulations est hors de proportion avec la valeur de la matière première, et pour que ces opérations soient efficaces, il faut encore une température adéquate : l'excès de soleil étant aussi nuisible que l'excès d'humidité.

Enfin, s'il est incontestable que le produit est plus homogène, d'autre part, la grosseur des briquettes produit a des écarts de siccité si considérables à l'intérieur des briquettes, qu'elles se prêtent mal à toutes transformations.

On a bien essayé de réduire la main-d'œuvre en

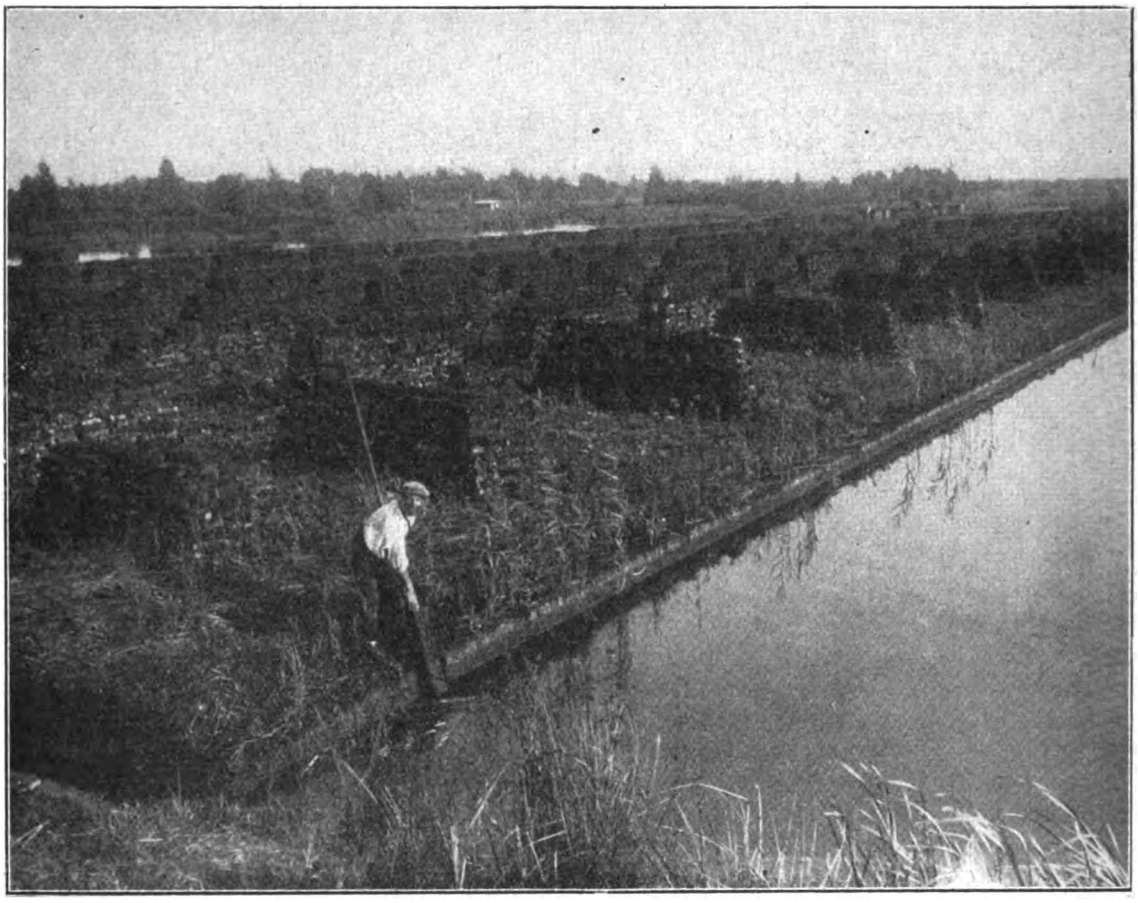


Fig. 5. — Un « tireur de tourbe » tranchant et tirant la tourbe au louchet à main. Au second plan, les mottes de tourbe extraite mécaniquement par la machine Bailliot, empilées pour le séchage (Marais de la Souche).

généralisant l'emploi des moyens mécaniques. D'aucuns ont même été très loin dans cette voie.

M. Charles-Roux, un des techniciens les plus avisés en matière de tourbe, ne se contente pas des 90 p. 100 d'eau contenue naturellement dans la tourbe ; il en rajoute encore autant, triture, lave, délaye le produit jusqu'à en faire un liquide boueux qu'il transporte par pompage et tuyauteries sur de vastes champs d'étendage, où l'évaporation et la filtration absorbent l'eau, laissant une couche assez mince de tourbe qui sèche et durcit ensuite assez rapidement, à la condition toutefois de la retourner et de la remuer pour exposer toutes ses parties à l'air.

Digitized by Google

M. Roux a évidemment raison. La dilution, le triturage de la tourbe dans une grande masse d'eau l'épurent ; le produit résultant est plus homogène, sèche plus vite. Mais toutes ces manipulations exigent de la main-d'œuvre, de vastes terrains, des vents et un ciel favorables.

« J'ai trop d'estime, dit le conférencier, pour M. Roux, avec qui nous collaborons si étroitement depuis plus d'un an, pour vouloir lui enlever une illusion, mais il est à craindre que les frais d'installation et d'entretien de pareils chantiers, les immenses surfaces de séchage que la versatilité de notre climat rend nécessaires, ne soient un gros inconvénient à la mise en pratique chez nous d'une pareille exploitation, qui, dans tous les cas, ne pourrait être que saisonnière. Il suffit d'avoir vécu dans nos pays ces quelques dernières semaines, pour se rendre compte du peu de confiance qu'il faut avoir en la bienfaisante influence du soleil, même pendant la saison dite belle. »

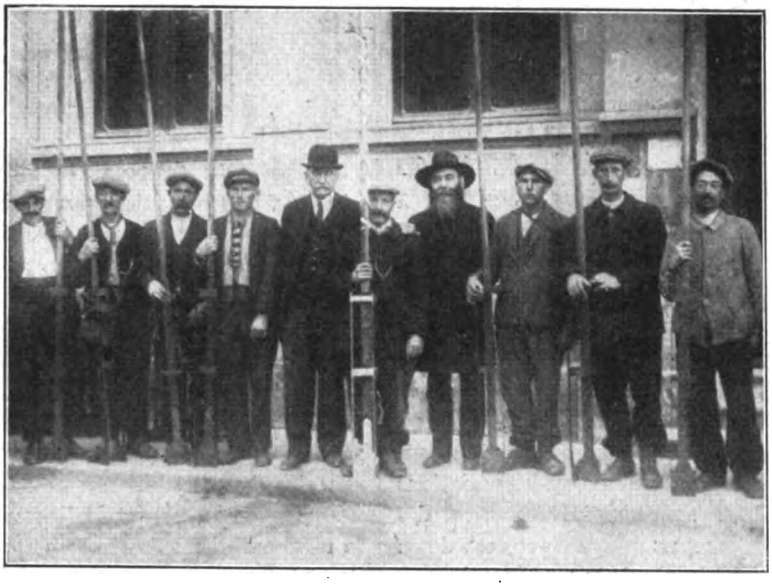


Fig. 6. — Les concurrents du concours de « tirage à la main » pour le titre de « Premier tourbier de France ». Au centre, tenant le *louchet* d'honneur enrubanné, le vainqueur, M. Charles Goulard, entre MM. Ch. Bailliot et Charles-Roux.

En réalité, le procédé de M. Charles-Roux est excellent ; c'est certainement celui qui donnerait les meilleurs résultats, mais il présente dans la pratique de grosses difficultés qui ne sont peut-être pas insurmontables, mais qu'il faut prendre en considération.

Il semble donc que le travail de la tourbe par malaxage préalable, à de rares exceptions près, a surtout occasionné des déboires à ceux qui l'ont pratiqué.

D'autre part, la fabrication à la main de briquettes découpées dans le banc de tourbes et exposées à l'air à l'état naturel est de plus en plus délaissé. On ne trouve d'abord pas la main-d'œuvre nécessaire pour espérer obtenir, pendant la saison où elle est possible, une production intéressante.

Puis, la tourbe ainsi desséchée fournit un produit non homogène et de faible densité, donc coûteux à transporter, qui se prête mal, dans les conditions actuellement connues du moins, à la fabrication du coke et à la récupération des sous-produits.

Par contre, elle possède des propriétés absorbantes telles qu'elles constituent un adjuvant précieux pour les fabricants d'engrais. Mais c'est là un débouché spécial assez restreint qui ne laisse pas entrevoir de grands développements. En outre, la question main-d'œuvre ne peut aller qu'en empirant. Il ne faut donc pas fonder de grandes espérances sur ce procédé suranné.

A la Société des Marais de la Souche, tout en retenant et encourageant le plus possible les spécialistes, nous avons généralisé l'emploi des machines à moteur et nous avons essayé d'associer les deux méthodes dont nous venons de parler, pour arriver à une production économique.

La machine est un louchet mécanique, du genre des appareils depuis longtemps en usage, mû par un moteur, qui a cela de particulier qu'elle découpe la tourbe en briquettes naturelles comme le ferait l'ouvrier travaillant au grand outil.

Un tapis roulant amène les briquettes au bout de la machine où deux aides les recueillent et les déposent à terre.

Là, suivant l'usage auquel on destine la tourbe, deux façons de procéder :

Si l'on veut obtenir de la tourbe séchée, à 25 à 30 p. 100 d'eau, d'un pouvoir absorbant considérable, pouvant servir à la fabrication des engrais, à faire des isolants, ou de la litière, après deux ou trois jours d'égouttage, on reprend les briquettes qui sont alors très facilement maniables, et on les transporte sur le champ d'étendage, qui peut être le marais lui-même quand la couche supérieure est assez solide, on la met tout de suite en pilettes ; on la retourne quand le dessus est à peu près sec, et on met en tas tout comme se fait le travail à la main.

Si, au contraire, on veut avoir un produit dense et homogène susceptible d'être carbonisé, on reprend

Digitized by Google

les briquettes après l'égouttage pour les transporter plus loin et les remettre en tas, où elles peuvent attendre pendant plusieurs mois le moment de les employer.

En transformant légèrement les machines actuelles en service, on arrive à faire mécaniquement la série d'opérations nécessaires pour donner à la tourbe, sans modifier complètement son état colloïdal, une consistance suffisante pour lui permettre de sortir des appareils sous forme de « granulés ».

Ceci rentre d'ailleurs directement dans le procédé breveté de granulation, inventé par M. Charles-Roux, et réalisé par laSociété des Marais de la Souche qui a incontestablement l'avantage de résoudre pratiquement le problème difficile du séchage auquel se sont butés jusqu'alors tous ceux qui ont rêvé d'une exploitation rationnelle de la tourbe.

L'expérience a révélé que la tourbe, mise sous forme de granulés, sèche très rapidement, soit à l'air, quand le climat le permet, soit artificiellement.

Et il est certain que c'est là la condition essentielle pour tirer parti de cette source de richesse que représentent les vastes terrains tourbeux qu'on rencontre en France.

La tourbe richesse nationale. — M. Charles-Roux, commissaire général du Congrès, dès le début de sa communication montre comment les variations économiques rendent souvent intéressantes des substances considérées comme n'ayant aucune valeur: et ceci est précisément le cas de la tourbe.

La tourbe, matière cellulosique d'origine végétale en cours de transformation et de minéralisation, est produite par trois sortes de tourbières : les tourbières de vallées ou de plaines, où la couche tourbeuse est généralement immergée et possède une profondeur allant de 1 m. 50 à 3 m. 50 ; la tourbe a en général une teneur en cendres de 6 à 7 p. 100, mais allant quelquefois jusqu'à 15 et même 50 p. 100 (à la Souche, la teneur est de 6 à 8 p. 100) ; les tourbières de plateaux, donnant une tourbe sèche, et où la couche est généralement plus profonde et atteint jusqu'à 25 mètres ; la teneur en cendres est d'autre part plus faible, de l'ordre de 1,5 à 2 p. 100 ; enfin les tourbières marines telles que celles que l'on trouve dans la Manche, et où la tourbe contient généralement une quantité d'iode qu'il est intéressant de récupérer.

Pour carboniser en vue d'obtenir des produits pour la fabrication de charbons actifs ou emploi dans les gazogènes, il faut prendre des tourbes peu ou moyennement cendreuses, bien qu'au « Rallye des Carburants » on ait utilisé des tourbes à 25-28 p. 100 de cendres avec d'excellents résultats.

La présence des cendres est souvent des plus utiles ; dans une autre communication, M. Charles-Roux aura l'occasion de revenir sur le rôle des cendres, mais il laisse entrevoir déjà le rôle catalytique des cendres.

Actuellement, aux États-Unis d'Amérique et au Canada on se préoccupe de l'utilisation de la tourbe. Dans le Minnesota, les trusts pétrolifères ont acheté toutes les tourbières. M. Charles-Roux dit que la réserve française permet une exploitation d'une centaine d'années.

La tourbe peut être très diversement utilisée. Avec la tourbe fibreuse du Plateau Central, on peut faire de la pâte à papier.

La transformation des marais de Saint-Gond en réservoir régulateur des eaux mettrait Paris à l'abri des inondations et le travail nécessaire pour accomplir cette œuvre évalué à 5 milliards or serait payé complètement par la valeur de la tourbe extraite et traitée et on aurait encore par surcroît un bénéfice important.

Digitized by Google

La fabrication mécanique du verre à vitre

PAR

Roger SIMONET

Assistant à la Faculté des Sciences de Dijon.

I. — Quelques mots d'historique.

Dans le mouvement général qui, au cours du demi-siècle écoulé, a entraîné toutes les branches de l'activité humaine et substitué la puissance de la machine à l'effort individuel de l'ouvrier, la verrerie était demeurée bien en arrière. Les procédés qu'elle employait, longtemps rudimentaires, faisaient appel essentiellement à la force et à l'adresse du verrier. Il est remarquable, en effet, qu'une industrie éprouve d'autant plus de peine à se transformer que son origine est plus lointaine.

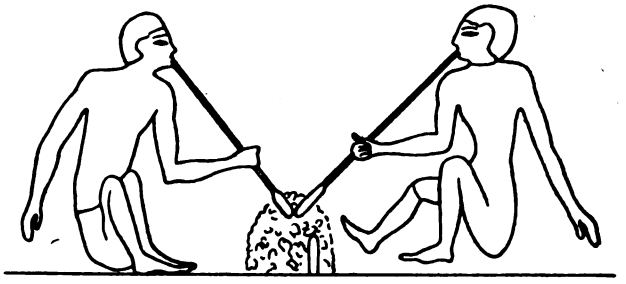


Fig. 1. — Egyptiens fondant du verre (d'après des dessins de Beni-Hassan-el-Gadim).

Or, d'après Pline, la découverte du verre serait due à des marchands phéniciens qui, au cours de leurs pérégrinations, relâchèrent sur les bords du fleuve Bélus. Les pots dans lesquels cuisaient leurs aliments étant trop bas, ils utilisèrent, pour les surélever, les pains de nitre de leur cargaison. Ils furent très étonnés quand ils virent s'écouler du foyer un liquide transparent ; le hasard avait bien fait les choses en réunissant deux matières, nitre et sable, dont le mélange, sous l'action de la chaleur, avait donné le verre.

Les dessins naïfs, découverts par Champollion le Jeune, en Egypte, sur le parois des hypogées de Beni-Hassan-el-Gadim, et que l'*Histoire de la verrerie*, de Gerspach, a popularisés, montrent qu'aujourd'hui encore, dans les verreries à la bouche, on souffle le verre de la même manière que sous la 18e dynastie, quinze siècles environ avant l'ère chrétienne. Sans doute les Arabes et les Vénitiens réalisèrent des merveilles artistiques que ne connut pas le fellah du Nil. Sans doute l'industrie moderne a multiplié les applications journalières de ce verre qui était dans l'antiquité, au dire du livre de Job, aussi précieux que l'or. Mais les progrès réalisés dans la technique du verre à vitre, n'avaient guère porté, il n'y a pas bien longtemps, que sur une meilleure méthode de fusion par l'invention du four à bassin et une spécialisation plus grande de la main-d'œuvre. L'essence même de la technique n'avait pas changé. Les verriers modernes renouvelaient et perpétuaient sous nos yeux le geste hiératique des sujets de la reine Hatasou, et comme il y a 3500 ans, c'était encore à la force de leurs poumons qu'ils façonnaient la matière incandescente aux gueules enflammées des ouvreaux.

Ce n'est qu'au début du siècle dernier que l'on eut, pour la première fois, l'idée de remplacer, dans le soufflage du verre, le souffle de l'ouvrier par l'air comprimé. Depuis cette époque, grâce aux progrès réalisés, les procédés mécaniques se sont répandus dans la verrerie. Dans les vingt-cinq années passées, les maîtres-verriers américains, anglais et belges, surtout, ont beaucoup modifié leur technique dans la verrerie à vitre notamment, où les dimensions des objets fabriqués rendent les difficultés encore plus grandes que dans la verrerie à bouteilles. Des recherches obstinées sont parvenues, dans ces derniers temps, à mettre au point l'exploitation industrielle de trois procédés mécaniques de fabrication du verre à vitre, dont la rivalité excite l'intérêt passionné des verriers du monde entier.

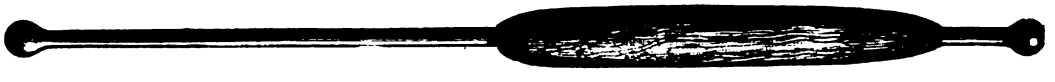


Fig. 2. — La *canne* du verrier.

Ainsi qu'on sait, le verre est le résultat de la combinaison, à haute température, de trois corps très abondants dans la nature : la silice, la soude et la chaux.

Digitized by Google

La silice, qui constitue presque la moitié de l'écorce terrestre est trouvée libre à l'état de cristal de roche, de silex, de grès, de sable; et, combinée, dans les roches d'origine éruptive ou ignée.

La soude existe en quantités énormes, pratiquement infinies, sous la forme de chlorure de sodium (sel marin ou sel gemme).

La chaux, presque aussi abondamment répandue que la silice, se rencontre à tous les étages géologiques, depuis les terrains carbonifères les plus anciens jusqu'aux terrains d'alluvions les plus récents.

La production de la vitre comprend les trois opérations suivantes :

1° Composition du mélange vitrifiable ;

2° Fusion de ce mélange et préparation du verre dans les conditions de température nécessaires pour le façonner ;

3° Mise en œuvre du verre fondu.

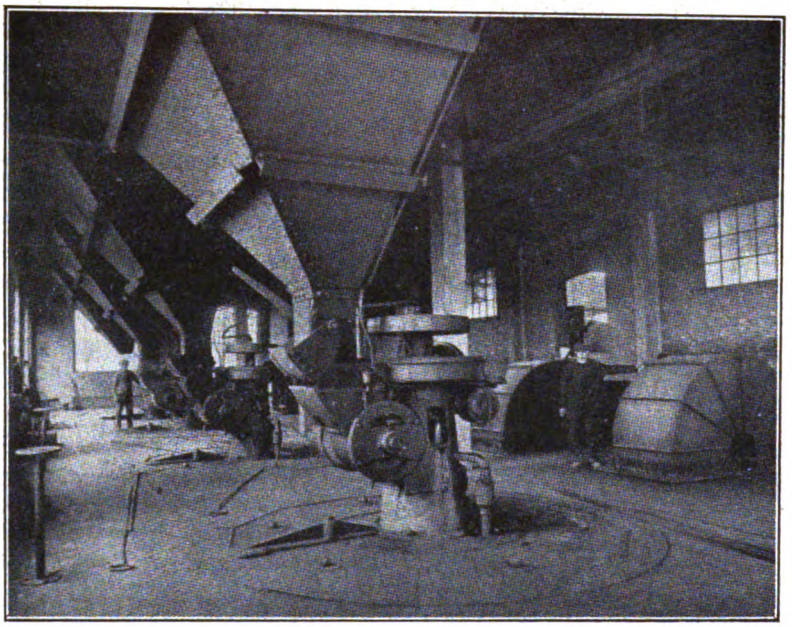


Fig. 3. — Gazogènes (partie supérieure).

II. — Composition.

Pendant des siècles, la verrerie est demeurée l'apanage de quelques pratiquants peu nombreux, jaloux de leurs secrets et peu disposés à les divulguer ; elle procédait essentiellement par empirisme. Aux XI^e^, XII^e^ et XIII^e^ siècles, les monastères et les couvents étaient à peu près les seuls à fabriquer du verre, les spécimens de vitraux qui sont parvenus jusqu'à nous attestent la grande habileté qu'ils avaient acquise. Il est intéressant de rappeler, à notre époque où l'on cherche à introduire dans le verre les éléments les plus divers, que les verres de vitraux des XI^e^, XII^e^ et XIII^e^ siècles ont tous même composition, quel que soit le lieu où ils ont été fabriqués ou tout au moins utilisés et qu'ils sont toujours colorés par des quantités variables de fer.

Le mélange vitrifiable, fait d'éléments aussi ténus et fins que possible, se compose de sable et d'un fondant (sulfate ou carbonate de soude et chaux, ou carbonate de chaux) ; il contient de l'alumine, de la magnésie et de l'oxyde de fer qui le colore en vert et le rend fusible. La décoloration du verre, appelée *savonnage*, est obtenue par addition de bioxyde de manganèse (savon des verriers).

La masse pulvérulente est versée dans des *alsing* ou vastes cylindres fermés, auxquels on donne un mouvement lent de rotation, ces appareils étant contenus eux-mêmes dans des gaines où l'on produit une ventilation constante, de façon à éviter au personnel l'action de poussières nuisibles.

On ajoute aux mélanges vitrifiables ainsi préparés une plus ou moins grande quantité de produits manqués, et on les amène aux fours, où ils sont traités dans les conditions voulues pour en amener une fusion rapide, dans les conditions les plus favorables et les plus économiques.

III. — Fusion.

Le combustible utilisé primitivement fut le bois. La combustion rapide des bois durs et demi-durs parfaitement secs permet de produire une température suffisante, atteignant 1 300 à 1 500 degrés. Le bois fut remplacé par la houille dont le pouvoir calorifique est environ trois fois plus grand.

Généralement les fours de verrerie, dits à flamme renversée, comportent une partie cylindrique à section ronde, ovale ou rectangulaire, surmontée d'une voûte, appelée *couronne* ; ils sont chauffés par les gaz produits qui, après s'être élevés jusqu'à la voûte, redescendent et sont évacués par des ouvertures placées au pied des creusets ou cuvettes.

Dans les fours chauffés à la houille, on substitua aux foyers de petites dimensions utiles avec le bois, des foyers plus grands et plus profonds, avec des grilles formées de barreaux mobiles que des *tisseurs* ou chauffeurs habiles arrivaient à faire fonctionner, produisant ainsi la température nécessaire. Les recherches entreprises pour remédier à une utilisation aussi peu économique du charbon amenèrent,

Digitized by Google

en 1856, les deux ingénieurs William et Friedrich Siemens à imaginer leurs fours à *gaz et à chaleur récupérée* qui devaient révolutionner l'industrie des hautes températures.

Les gaz combustibles étant produits dans des appareils spéciaux, sont appelés *gazogènes* (fig. 3). La combustion complète de la houille, produite sur une grille, fournit du gaz carbonique qui, en traversant une couche de combustible d'épaisseur suffisante à une température de 800 à 900°, se transforme en oxyde de carbone, gaz éminemment combustible entraînant avec lui, par distillation, les hydrocarbures que la houille peut contenir. Les gaz étaient introduits dans le laboratoire du four par des gaines et des ouvertures convenablement placées, autour desquelles, par d'autres gaines les entourant, arrivait de l'air, dit secondaire, devant produire leur combustion dans les conditions les plus favorables à leur complète utilisation.

Toutefois, comme les gaz sortant du four étaient encore très chauds (1 000 à 1 200°) on les faisait passer dans des chambres dites de *récupération*, constituées par de vastes cavités placées sous le four lui-même, et dans lesquelles étaient rangées, en quinconce, des matières réfractaires qui, au contact de ces gaz à haute température, s'échauffaient elles-mêmes finalement, jusqu'à la température d'introduction des gaz. A ce moment, on arrêtait la circulation des gaz chauds et on faisait traverser les chambres par les gaz combustibles se rendant au four ; la chaleur momentanément abandonnée était récupérée complètement. Les changements de sens de circulation, faits de façon régulière et à des intervalles calculés d'avance, permettaient d'obtenir une économie de 45 p. 100 dans la consommation de combustible.

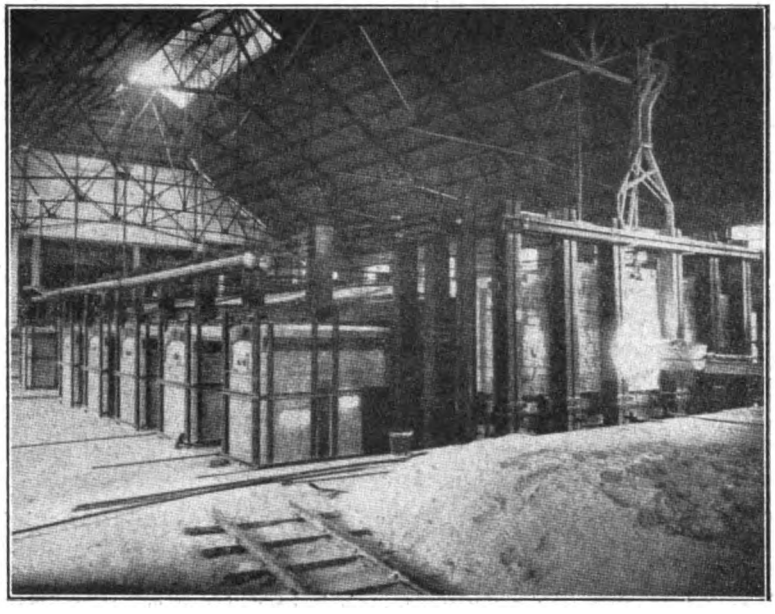


Fig. 4. — Fours de fusion à bassin. Au premier plan à droite sable siliceux entrant dans la composition de la matière.

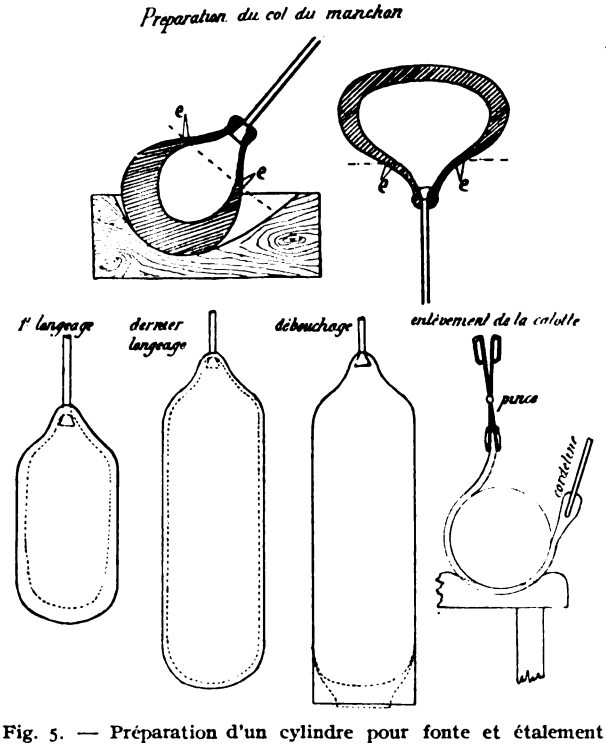


Fig. 5. — Préparation d'un cylindre pour fonte et étalement dans l'ancien procédé de fabrication du verre à vitre.

De nombreux perfectionnements ont été apportés aux fours Siemens, et, en particulier, aux gazogènes qui en constituent la partie la plus délicate.

L'emploi des combustibles à l'état gazeux a permis la réalisation d'économies importantes par l'invention, vers 1880, des *fours à bassin*, de très grande capacité et à travail continu, dans lesquels la composition est introduite à une extrémité par une ouverture dénommée *doghouse* (niche à chiens) tandis qu'à l'autre le verre, cueilli par les *ouvreaux*, peut être travaillé dans les conditions les plus favorables, en évitant ainsi toutes les causes de refroidissement qu'entraînent les fours à pots à

Digitized by Google

marche discontinue. Le bassin est une espèce de cuve de forme générale rectangulaire, mais dont le front est élargi de manière à permettre la multiplication du nombre des ouvreaux. Ces fours ont de très grandes dimensions : 10 mètres de largeur à l'avant, 7 mètres à l'arrière et 30 mètres de longueur. Le bassin, dont la profondeur varie de 1^m25 et 1^m50, peut atteindre et dépasser la capacité considérable de 200 mètres cubes, correspondant à un poids de 500 000 à 600 000 kilogrammes de verre fondu. La température réalisée est de l'ordre de 1 400°. Une plaque métallique que l'on soulève pour charger protège les ouvriers contre le rayonnement extrêmement intense de la surface d'un blanc éblouissant du bain de verre liquide.

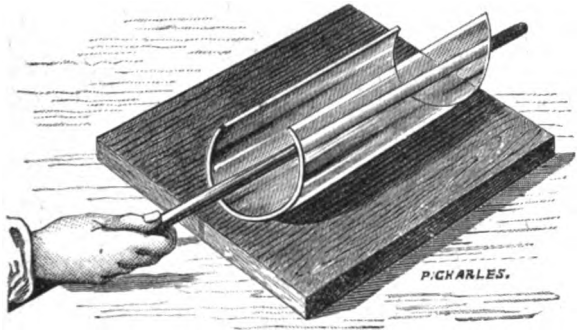


Fig. 6. — Etendage en feuille d'un cylindre de verre encore pâteux, fendu.

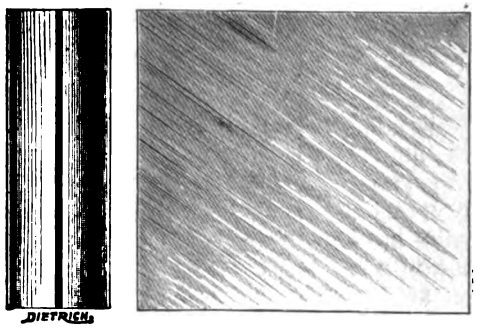


Fig. 7. — Le cylindre fendu, puis étendu en feuille.

IV. — La fabrication mécanique de la vitre.

On connaît le procédé traditionnel de fabrication du verre à vitre. Un ouvrier, appelé *gamin*, « *cueille* », à l'extrémité d'une canne creuse en fer, du verre en fusion. Il forme ainsi, au bout de la canne, une masse plastique adhérente d'un poids déterminé, qu'il passe à un autre ouvrier, le *souffleur*. Celui-ci, en soufflant dans la canne, en balançant et réchauffant alternativement la masse cueillie, en forme un cylindre qu'il détache de la canne quand il a atteint la dimension requise. Ce cylindre ou manchon est alors fendu dans le sens de la longueur, réchauffé dans un four (étenderie), déroulé et aplati. On obtient ainsi la feuille de verre plus ou moins plane qui est envoyée au découpage (figures 5, 6, 7).

Il y a environ soixante-dix ans, William Clark fit une première tentative pour obtenir mécaniquement, par étirage de bas en haut, une feuille de verre au sortir de la masse en fusion. Il plongeait une lamelle de métal ou de verre dans le bain liquide, puis, le verre étant cueilli, le système s'élevait. Mais la feuille obtenue était terminée en angle de plus en plus aigu à cause du rétrécissement progressif provoqué par la contraction en largeur de la masse étirée.

Pour parer à cet inconvénient, d'autres inventeurs, Picard, entre autres, envisagèrent un système d'étirage de haut en bas, à travers une fente de longueur et de largeur convenables, pour que la feuille, alimentée suffisamment à sa naissance, puisse conserver sa largeur initiale. Mais ils n'évitèrent un mal que pour tomber dans un autre. A mesure qu'elle descendait, la feuille gagnait en poids, et, dans un mouvement de descente accéléré, elle allait s'amincissant jusqu'à l'inévitable rupture finale.

On peut remédier à cet inconvénient en soutenant la feuille dans sa descente au moyen d'un appareillage de rouleaux jumelés, qui freinaient la feuille en cheminement. Sans doute, on obtint ainsi du verre. Mais quel verre ! il avait perdu toute transparence et tout éclat ; ce n'était plus qu'un produit laminé.

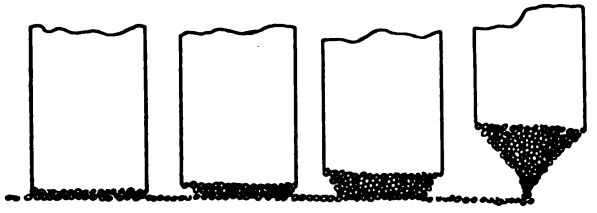


Fig. 8. — Procédé Clarke.

MM. Prosper Hanrez, en 1886, et Paul Simon en 1902, essayèrent d'un étirage horizontal. Mais il fallait recevoir la feuille sur une aire dont le contact nuisait à la qualité du verre.

Redoublant d'efforts et d'ingéniosité, les maîtres verriers sont parvenus récemment à mettre au point les trois procédés actuels que nous allons examiner maintenant.

1° Le procédé de l'*American Window Glass*, qui fabrique par soufflage et étirage combinés des manchons de verre que l'on fend, étend et recuit ;

2° Le procédé *Fourcault*, qui procède par jaillissement ;

Digitized by Google

3° Le procédé *Libbey-Owens* qui procède par étirage continu.

Ford, à Détroit, expérimente actuellement un procédé par écoulement.

***

1° Procédé de l'American Window Glass.

L'idée première en est due à un ingénieur belge de grande valeur, M. Oppermann, qui imagina de tourner la difficulté que ses prédécesseurs n'avaient pu vaincre.

« Si, dit-il, nous étirons de bas en haut, non plus une feuille, mais un cylindre, nous obtiendrons, en vertu du phénomène de la contraction, non pas un cylindre, mais un cône. Mais nous pouvons ici combattre le rétrécissement progressif du diamètre. Il nous suffira d'exercer à l'intérieur du cône une pression d'air suffisante pour maintenir la nappe circulaire aux dimensions de l'amorce génératrice »

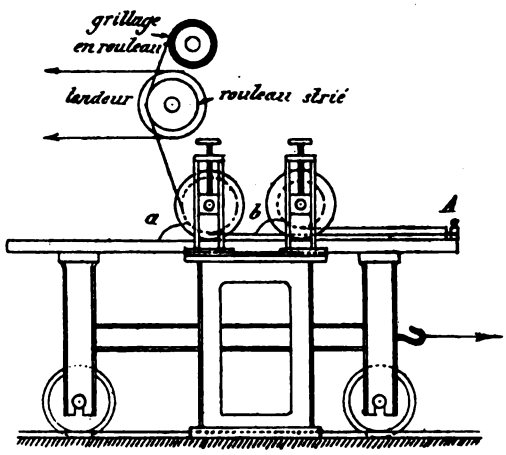


Fig. 9. — Appareil lamineur.

Ce procédé, qui combine l'étirage et le soufflage, fut perfectionné par les Américains. Ceux-ci réussirent, au début du siècle, à faire entrer l'idée d'Oppermann dans la voie des réalisations, et, depuis quelques années, des machines à étirer-souffler fonctionnent à l'*American Window Glass C°*, dont presque toutes les usines sont situées aux Etats-Unis (Pennsylvanie et Indiana). Le brevet est exploité en Europe par trois grandes sociétés.

La firme Pilkington a ses établissements à Saint-Hélens, en Angleterre.

La Société des Verreries et Manufactures de Glaces d'Aniche qui possédait, depuis 1912, la licence exclusive pour l'exploitation, en France, du procédé, avait, dès 1913, installé huit machines à Aniche. Détruites pendant l'occupation allemande, ces machines n'ont pas encore été réinstallées.

En 1913, la Société des Verreries et Manufactures de Glaces d'Aniche et la Société des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, créèrent la Société des Verreries mécaniques de Bourgogne et commencèrent la construction de l'usine de Chalon-sur-Saône, où la fabrication est poursuivie très activement depuis octobre 1916.

L'une des caractéristiques du procédé de l'American Window Glass réside dans la conduite des fours. La température du bain doit être un peu plus élevée que dans les autres procédés mécaniques, afin de compenser le refroidissement subi par la matière cueillie dans l'intervalle de quelques minutes qui s'écoule nécessairement, comme on le verra plus loin, entre le cueillage et l'étirage.

Le procédé comporte les opérations suivantes :

1° *Pochage.* — Une poche métallique hémisphérique, munie d'un long manche et suspendue à un pont roulant, est amenée devant l'un des ouvreaux. Le pocheur et son aide guident la poche au moyen de son manche et l'enfoncent doucement dans le verre fondu, à environ 30 centimètres au-dessous de la surface. Cette opération est conduite avec précaution afin d'éviter toute agitation de la masse en fusion et l'introduction de bulles d'air qui donneraient naissance à des *bouillons*. Puis, par un mouvement de rotation imprimé à l'axe de la poche, les deux ouvriers découpent, en quelque sorte, une demi-sphère de verre qui, à Chalon-sur-Saône a une masse de l'ordre de 330 kilogrammes.

Le cueillage effectué, la poche est amenée à un creuset en terre réfractaire, nommé *pot d'étirage* et dans lequel son contenu est versé grâce à un double mouvement de renversement et de retrait. Une certaine quantité de verre, 70 kilogrammes environ, demeure adhérente au fond de la poche ; le creuset reçoit donc une charge de 260 kilogrammes.

Cueillage, transfert et versement doivent s'effectuer avec une rapide précision, le tout durant environ deux minutes. Le retard dans la manœuvre produirait ce qu'on appelle une fausse poche ; l'opération devrait être répétée, car le verre refroidi aurait acquis une trop grande viscosité s'opposant à un étirage régulier.

L'une des particularités les plus intéressantes de la fabrication est le fonctionnement du pot d'étirage, taillé en creuset sur ses deux faces et monté sur des tourillons, ce qui assure sa réversibilité. Un petit four, appelé *kiln*, est placé sous le pot et chauffé au gaz ou à l'huile. A l'origine, le pot était fixe. Les résideux vitreux, après chaque charge, devaient être réchauffés, au point de pouvoir se mélanger à une nouvelle charge de verre neuf. En fait, la masse obtenue n'était jamais vraiment homogène, ce qui produisait des stries dans le verre fini.

Digitized by Google

Grâce à la réversibilité du pot, chaque creuset est alternativement en charge et en nettoyage. Les résidus vitreux de la précédente opération, demeurés dans le creuset maintenant inférieur du pot, se ramollissent assez pour que leur poids suffise à les faire tomber dans la cavité ménagée sous le foyer, où ils sont repris et reportés au four. Chaque charge a donc une composition bien uniforme et, de plus, la marche de l'appareil est ininterrompue.

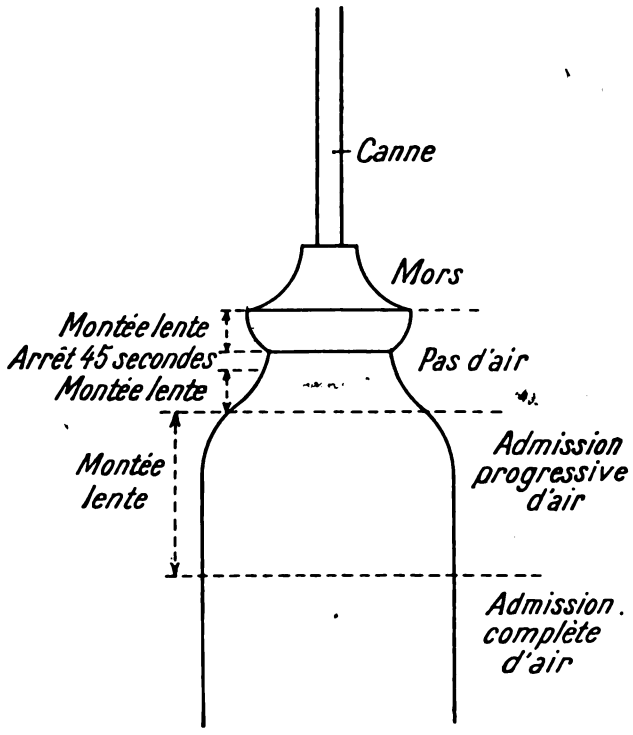


Fig. 10. — Schéma d'étirage d'un manchon.

2° *Etirage et soufflage combinés.* — L'étirage porte sur 175 à 190 kilogrammes de verre.

L'organe essentiel de la fabrication est la *canne*, tube creux, en acier coulé, d'une longueur de 1 m. 50 environ, présentant à son extrémité inférieure un *mors* très massif destiné à cueillir le verre. La canne est prolongée vers le haut par un tube télescopique. Elle est soutenue par une cage dont les mouvements verticaux d'ascension et de descente, guidés par un chevalement métallique solide, sont commandés électriquement.

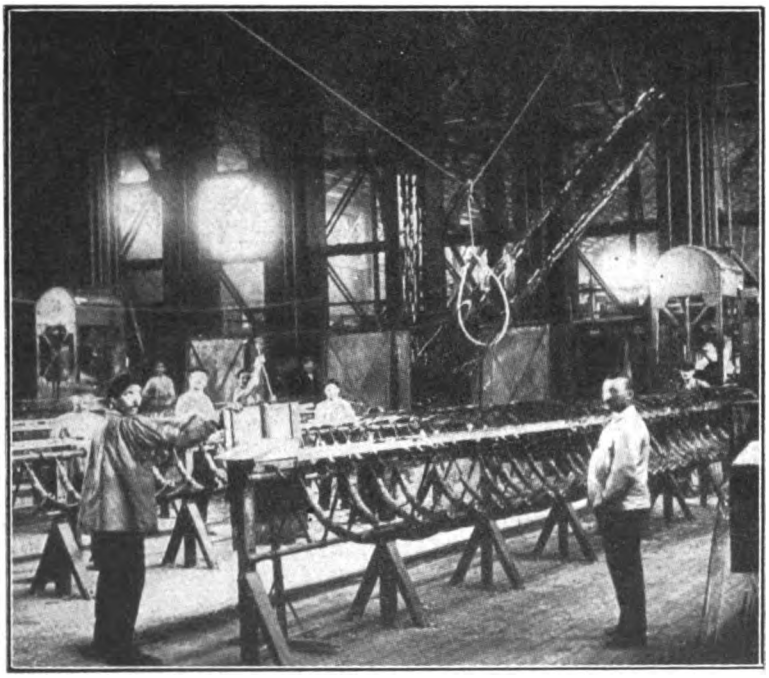


Fig. 11. — Couchage du manchon sur le chevalet de cappage. Au centre gauche de la figure, on voit un ouvrier qui tient verticalement une canne.

La canne, assujettie à l'extrémité du tube télescopique, est descendue suffisamment pour que le mors plonge presque entièrement dans le verre fondu que le pocheur vient de verser dans le creuset supérieur du pot d'étirage. L'étirage est ensuite pratiqué en obéissant strictement aux prescriptions rappelés par la figure 10. Le moment le plus délicat est le début de la formation du manchon ; l'opération est conduite lentement. On étire et souffle simultanément. Comme le verre fluide se refroidit peu à peu dans le creuset et que sa viscosité croît, une augmentation progressive de la vitesse d'étirage, assurée automatiquement, conserve à la vitre une épaisseur constante. Suivant que l'étirage est rapide ou lent, le verre obtenu est mince ou épais.

L'usine de Chalon-sur-Saône comprend huit machines. On désigne par machine l'ensemble d'un kiln, d'un pot d'étirage et d'un système d'étirage. Quatre machines possèdent en commun un service de pochage et un étireur.

3° *Cappage.* — Quand l'étirage est terminé, le treuil fait marche arrière et le cylindre, dont la base a été entourée d'un collier métallique garnit d'amiante et qu'un second treuil actionne, prend un position oblique, puis horizontale et finalement est couché sur un chevalet,

Digitized by Google

dit de *cappage*. La *cape* est la partie du manchon adjacente au mors.

Le cylindre est sectionné en tronçons de 1 mètre à 1 m. 50, au moyen d'un fil de ferro-nickel chauffé par un courant électrique.

4° *Fendage*. — Chaque manchon, posé sur un chevalet dit de *fendage*, est fendu, à l'aide d'un fer chaud (autrefois au diamant), suivant deux génératrices diamétralement opposées. Les demi-cylindres obtenus, nommés « *nochères* », terme qui, en patois du Nord, signifie chéneau, sont transportés à l'étenderie sur des voiturettes suspendues à un monorail continu.

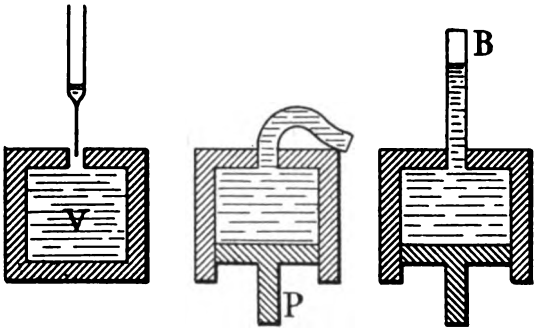


Fig. 12. — Principe du procédé Fourcault.

5° *Etendage*. — Au moyen du *graff* (du verbe allemand *greifen*, saisir), l'ouvrier renverse la nochère sur une pierre à étendre, parfaitement plane et d'une épaisseur de 10 à 12 centimètres, disposée, dans le four, sur un chariot mobile sur des rails. Cette pierre se compose de deux couches réfractaires : une couche inférieure de terre grossière de 9 à 11 centimètres d'épaisseur et une couche supérieure de terre très fine de 1 centimètre d'épaisseur.

La température nécessaire au ramollissement de la feuille, et qui est de l'ordre de 800° sur la pierre à étendre, est obtenue par la combustion du gaz de gazogènes dont un clapet de réglage permet à l'étendeur de varier le débit d'arrivée. Le four ne comporte aucun pyromètre ; l'ouvrier juge du résultat à l'œil et d'après la résistance opposée par la feuille à l'effort d'aplanissement qu'il exerce à l'aide de la *baguette de polissoir*, pièce de forme parallélipipédique, en bois d'aulne ou de peuplier, tenue à l'extrémité d'un long manche. La flamme ne doit jamais toucher le verre, sinon il y a altération de la surface qui présente un plus ou moins grand nombre de petites taches blanches constituant le défaut connu sous le nom de *verre brûlé*.

6° *Recuisson*. — Le mouvement du chariot amène la feuille au four de recuisson, long d'environ 10 mètres et qui est adjacent au four à étendre. Il y a, le plus souvent, un four de recuisson compris entre deux fours à étendre. La température est, à l'entrée de 350° à 420° (380° est la température optimum) et, à la sortie, de 30° à 40°.

2° Procédé Fourcault.

Les prédécesseurs d'Emile Fourcault, Clark et Picard, en particulier, n'avaient pu vaincre la difficulté que présentait la contraction en largeur de la masse étirée, laquelle, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, empêchait de maintenir une largeur constante à la feuille en formation.

La cause du mal résidait dans l'effort de traction qu'il fallait opérer sur la feuille. Supprimer la cause, c'était supprimer l'effet. Fourcault imagina de remplacer la traction par la compression.

Le principe de son dispositif, dû à Emile Gobbe, ingénieur verrier à Jumet, est remarquablement simple. Imaginons, en effet, qu'un vase V fermé, muni d'un couvercle percé d'un trou circulaire, soit rempli d'une masse pâteuse d'une consistance analogue à celle du verre en fusion et susceptible, comme lui, de se durcir à l'air. La cire fondue réunit ces qualités. Effectivement, c'est avec cette matière que Fourcault procéda à la première démonstration de son procédé.

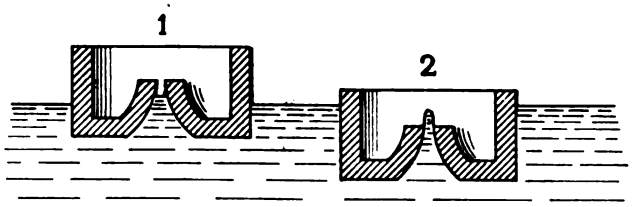


Fig. 13. — Coupe de la débiteuse Fourcault. Dans la position 1, la débiteuse flotte à la surface du verre ; dans la position 2, elle est enfoncée et le verre jaillit par la fente d'étirage.

Au moyen d'un piston P, exerçons une pression sur la cire contenue dans le vase ; celle-ci sort par le couvercle sous forme de boudin. Soutenons et guidons ce boudin en le soudant à un bâton de cire B, nous obtiendrons un nouveau bâton de cire absolument droit, qui s'allonge jusqu'à épuisement du récipient V.

Supposons maintenant l'ouverture circulaire remplacée par une fente longitudinale, le bâton de cire B par une amorce qui aura la dimension de cette fente et le problème de la fabrication du verre en feuille « par compression » est résolu.

Le dispositif imaginé par Emile Fourcault consiste en un flotteur en terre réfractaire, d'une densité moindre que celle du verre en fusion, creusé d'une gorge à sa partie supérieure. Un dispositif spécial permet de l'enfoncer légèrement et à volonté dans

Digitized by Google

la matière fondue. Ce flotteur, qu'on appelle *débiteuse*, est percé sur presque toute sa longueur d'une fente d'étirage dont les lèvres *supérieures*, au cours de l'immersion, sont en dessous du niveau de la masse vitrifiée. En vertu du principe des vases communicants, le verre en fusion déborde par les lèvres de la débiteuse, mais ne s'étale point, car il a déjà acquis une certaine consistance. Une amorce en toile métallique, actionnée par des rouleaux accouplés

lique à section carrée. Ces rouleaux sont destinés à maintenir et à entraîner la feuille de verre. Ils ne font pas office de lamineurs, car la feuille, refroidie énergiquement à sa naissance par un double canal à circulation d'eau placé de part et d'autre de la nappe étirée, arrive à la première paire de rouleaux après avoir acquis une consistance suffisante pour ne plus recevoir d'empreinte.

Pour empêcher le bris de la feuille, les rouleaux

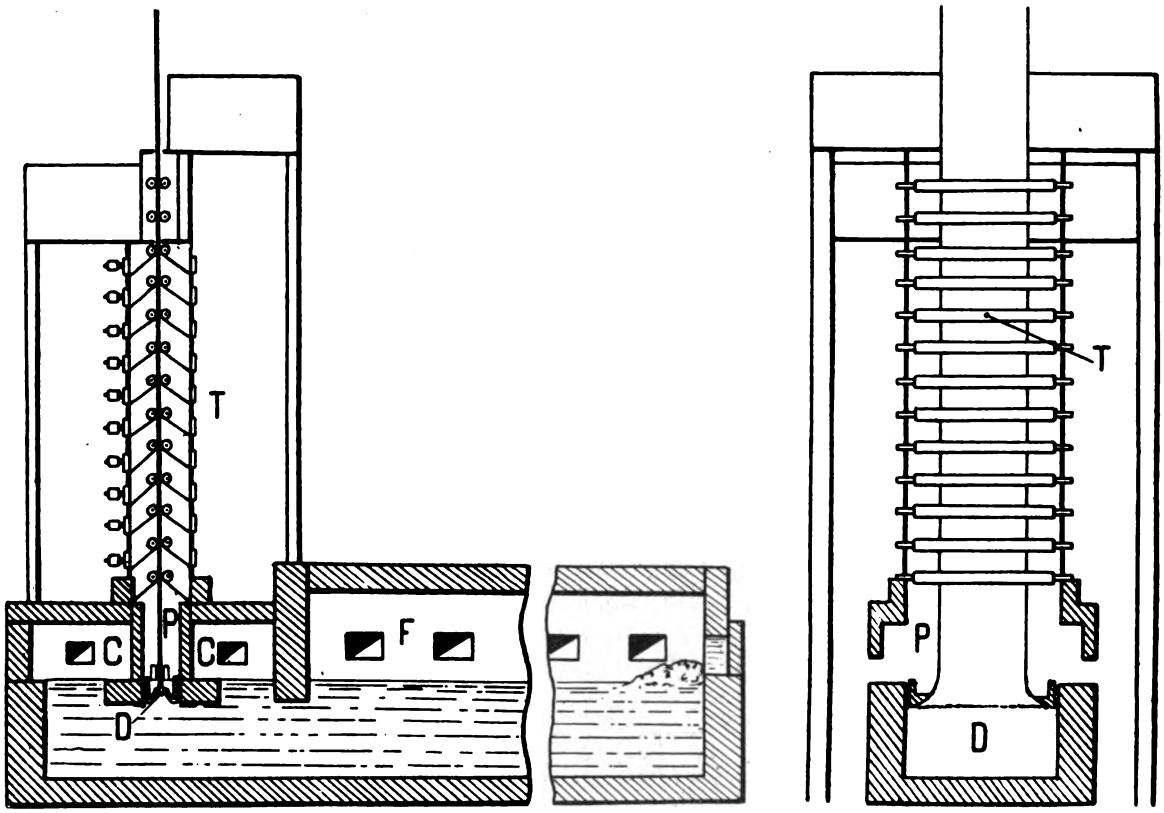


Fig. 14. — Vues schématiques (à gauche, en profil; à droite, de face) de la machine débiteuse Fourcault, avec son puits d'étirage à rouleaux T. En D, fente immergée par où sort la pâte de verre en fusion.

descend se souder au verre qui émerge de la fente, puis elle remonte doucement, entraînant la nappe formée ainsi non par traction, mais grâce à un apport permanent de la matière qui s'échappe de la fente de la débiteuse.

En combinant la vitesse d'ascension avec le débit de la fente du flotteur, on obtient une feuille automatiquement alimentée et de longueur théoriquement indéfinie.

Le puits d'étirage, où baigne la débiteuse, se continue en hauteur par une cheminée rectangulaire verticale de quatre mètres en tôle de fer, avec revêtement intérieur calorifuge (fig. 14).

Dans cette gaine verticale, sont disposés par paires, les premiers à un mètre au-dessus du niveau du verre, des rouleaux formés de rondelles de carton d'amiante superposées, enfilées sur un arbre métal-

sont placés les uns au-dessus des autres à la distance la plus réduite possible. Ce dispositif offre cet autre avantage d'évacuer jusqu'au sommet de la cheminée les morceaux de verre en cas de bris accidentel de la feuille.

Le plan tangent aux rouleaux passe par la fente de la débiteuse.

Seuls, les rouleaux de droite sont animés électriquement d'un mouvement synchronique et uniforme de rotation, transmis par un arbre vertical et deux engrenages coniques. Les rouleaux de gauche, portés à l'extrémité de leviers coudés, s'endentent sur ceux de droite, et un système de contrepoids qui les pousse vers leurs antagonistes, assure la pression nécessaire au cheminement de la feuille.

Il fallait que les rouleaux tracteurs fussent faits en une matière légèrement élastique, pour provoquer

Digitized by Google

l'adhérence ; tendre, pour ne pas rayer le verre ; calorifuge, pour ne pas le tremper; réfractaire, enfin, pour résister à une température de 600° à 700°. L'amiante était tout indiqué pour remplir cet office.

Des diaphragmes inclinés en tôle, dont l'arête supérieure affleure les rouleaux, divisent la cheminée en autant de compartiments Le rôle de ces écrans est double : en empêchant une ascension trop rapide de la chaleur rayonnée du puits d'étirage, ils distribuent régulièrement cette chaleur.

Les compartiments ont des températures progressivement décroissantes à mesure qu'on s'éloigne du puits d'étirage.

La feuille passe ainsi lentement (un rhéostat permet de régler la vitesse à 25 centimètres près à l'heure) d'une température à l'autre pour arriver finalement à l'air libre, après avoir subi un refroidissement graduel et symétrique sur ses deux faces. Le phénomène de la trempe n'a pas l'occasion de se produire et il n'est point besoin d'un réchauffage secondaire, autrement dit de recuisson.

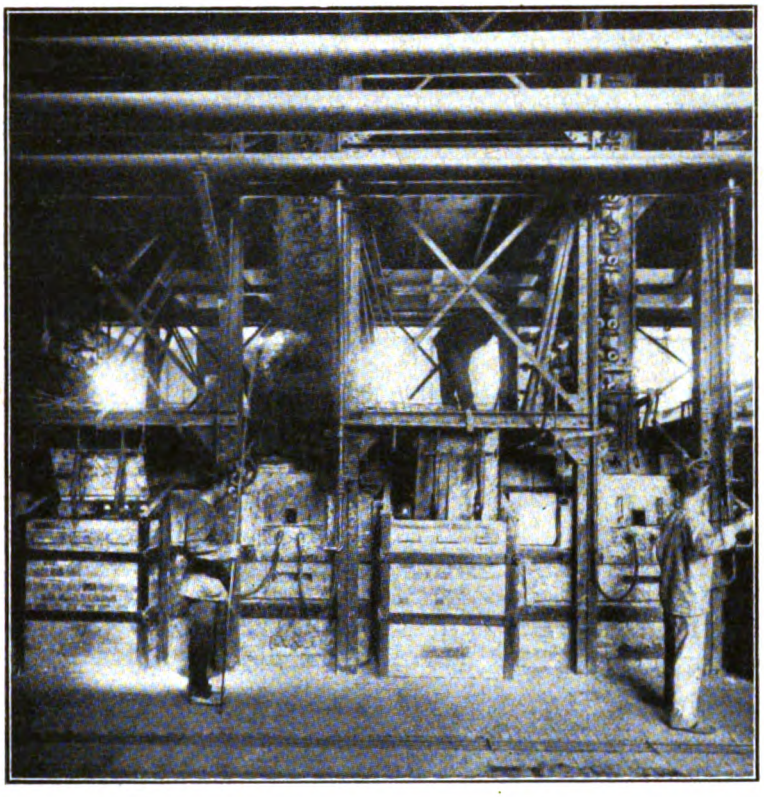


Fig. 15. — Détail du bassin d'étirage Fourcault. A droite, les rouleaux élévateurs.

D'autre part, si la feuille se brise au cours de son ascension, les petits morceaux, qui échappent à l'entraînement des rouleaux tracteurs, sont recueillis par les écrans, au lieu de retomber sur la débiteuse, et sont évacués de temps en temps par des portes latérales.

La feuille continue de verre sort de la machine au sommet de la cheminée, c'est-à-dire à une hauteur de cinq mètres au-dessus du four ; un étage, appelé *niveau de recette*, est établi à ce niveau. C'est là que, après en avoir détaché l'amorce, des ouvriers spéciaux débitent la bande continue de verre en feuilles de longueur finie (deux mètres environ) qui sont livrées aux ouvriers coupeurs. La largeur de la nappe est à Dampremy de 1 m. 08 environ, mais elle n'a rien d'absolu. L'usine d'Hostomice (Tchéco-Slovaquie) qui emploie aussi le procédé Fourcault, a adopté une largeur de 1 m. 50 et obtient d'excellents résultats.

La feuille n'est cependant pas utilisable dans toute sa largeur, car la lisière présente toujours un bourrelet d'une épaisseur notablement supérieure à celle de tout le restant de la nappe étirée, à cause du refroidissement plus rapide au point de départ.

En 1916, après quinze années de travail acharné et de déboires de toutes sortes, Emile Fourcault a réussi à installer, dans ses usines de Dampremy, près Charleroi, une exploitation industrielle de sa technique. Le succès a couronné ce labeur opiniâtre. Depuis l'armistice, la société des brevets Fourcault a cédé des licences d'exploitation à de nombreuses verreries. Des usines équipées avec le matériel Fourcault ont été construites ou sont en construction dans différents pays du globe: Belgique, France, Tchéco-Slovaquie, Etats-Unis, Allemagne, Russie, Angleterre, Hollande, Italie, Pologne, Grèce, Chine, Indo-Chine, Australie et Espagne. Lorsque tous les fours existants ou projetés seront en marche, leur production atteindra 9.000.000 de mètres carrés de vitre par mois.

3° Procédé Libbey-Owens.

Cette technique qui date de 1905 est due à l'ingénieur américain Colburn ; elle s'apparente au système Fourcault dont elle se distingue par deux particularités essentielles :

1° La feuille de verre, amorcée au contact d'une toile métallique, est alimentée au point de cueillage par deux rouleaux entraîneurs, immergés dans la

Digitized by Google

matière en fusion contenue dans un avant-corps du bassin et qui maintiennent la largeur de la nappe, laquelle est comme laminée et débitée par l'action convergente des rouleaux.

2° La feuille, étirée verticalement à son origine, est ensuite pliée à 90° sur un tambour rotatif, après avoir été ramollie par des brûleurs spéciaux. Elle passe dans une galerie de 60 mètres de longueur environ, appelée *carcaise*, où elle est recuite.

A la sortie, la feuille, dont la largeur est de 1 m. 25 à 1 m. 40, est coupée et envoyée au magasin.

Les premiers essais faits à Toledo ont été poursuivis à Kanawaha City (West Virginia) ; en 1915, l'installation définitive, considérablement agrandie en 1920, en a été faite à Charleston par la Libbey-Owens Sheet Glass C°. Des verreries fonctionnent actuellement, avec ce procédé, en France, en Suisse, en Italie, en Espagne et en Allemagne.

V. — *Les avantages et l'avenir de la fabrication mécanique du verre à vitre.*

Deux raisons économiquement essentielles ont amené les maîtres-verriers à rechercher des procédés mécaniques propres à remplacer la fabrication à la main du verre à vitre. Dans celle-ci :

1° Le rendement est faible, car il est limité par l'effort de l'ouvrier ;

2° La main-d'œuvre, très spécialisée, est difficile à recruter ; elle travaille dans des conditions extrêmement pénibles et exige, par suite, des salaires élevés.

Nous allons comparer les fabrications à la main et à la machine en considérant la qualité du produit, le rendement en verre fini, la dépense de combustible, la question de la main-d'œuvre et les conditions d'hygiène.

La qualité du produit. — Les défauts du verre soufflé à la bouche sont dus au manque de soins du souffleur et de l'étendeur. En outre, le verre est toujours légèrement cintré par suite de son contact avec la pierre à étendre.

On reproche aux verres étirés en feuilles par les procédés Fourcault et Libbey-Owens deux défauts particuliers : la *strie* et le *martelage*.

On appelle *stries* des traînées longitudinales et filiformes dues à la présence dans la matière vitrifiée d'ondes ou *cordes* extérieures rectilignes La cause en est les saillies ou les creux, même peu apparents, des lèvres de la débiteuse du procédé Fourcault, qui ont labouré la nappe étirée.

Le *martelage* est une sorte de moire irrégulière présentée par la surface du verre fonctionnant comme miroir. Ce défaut provient de la trempe subie par la feuille encore chaude et plastique au contact des surfaces froides des rouleaux ou tambours d'entraînement.

Le verre fabriqué par le procédé de l'American Window Glass n'a pas de stries ni de martelage, mais comme il est étendu sur pierre, il présente des défauts d'étendage comme dans la fabrication à la bouche.

Par un simple réglage de la vitesse d'étirage du manchon, le verre obtenu peut varier de 1 millimètre et demi à 6 ou 7 millimètres d'épaisseur.

La fabrication du verre mince est difficile avec les systèmes Fourcault et Libbey-Owens. Dans la fabrication à la bouche, l'épaisseur du verre soufflé peut varier de 1 millimètre à 4 mm. 5, mais il faut de véritables artistes souffleurs pour obtenir le verre photo d'épaisseur variant de 1 millimètre à 1 millimètre et 6/10.

Le rendement en verre fini. — Dans la verrerie à main, le rendement est d'environ 80 p. 100 ; 100 kilogrammes de verre fondu fournissent à peu près 80 kilogrammes de vitre emballée.

Les systèmes Fourcault et Libbey-Owens ont un rendement de l'ordre de 70 p. 100. Le procédé de l'American est inférieur à ce point de vue. Sur une masse de verre fondu de 330 kilogrammes cueillie dans le bassin, 190 kilogrammes seulement sont étirés, car il demeure des résidus dans la poche et le pot d'étirage. D'autre part, la casse de la cape réduit encore la quantité de verre fini. En définitive, le rendement ressort à environ à 50 p. 100 du verre poché. C'est dans la perte de matière résultant du pochage et la dépense supplémentaire de combustible, destiné à fondre les débris qui naturellement rentrent dans la fabrication, que réside le point faible du procédé.

La dépense de combustible. — La fabrication ancienne consomme une plus grande quantité de combustible que les systèmes Fourcault et Libbey-Owens, du fait que le verre soufflé en canons doit être réchauffé ensuite pour être étendu. Cette dépense supplémentaire incombe aussi au verre en cylindres obtenu par le procédé de l'American Window Glass.

Pour celui-ci, la question du chauffage présente en France une plus grande importance qu'en Amérique, où la verrerie à vitre utilise le gaz naturel souvent gratuit, ou un charbon à prix relativement beaucoup moins élevé qu'en France.

Les procédés mécaniques, devant travailler avec un verre plus chaud que celui du souffleur ont à supporter une dépense supplémentaire de combustible au four et, en outre, dans les galeries de recuisson.

Digitized by Google

La production. — Le gros avantage du système de l'American Window Glass réside dans la forte production des machines qui fabriquent des cylindres de plus de 80 centimètres de diamètre sur une longueur utile de 14 à 15 mètres.

Des progrès récents permettent d'obtenir aussi des rendements fort intéressants avec les machines Fourcault et Libbey-Owens.

La main-d'œuvre. Conditions de recrutement. — Le personnel de la fabrication manuelle du verre à vitre est essentiellement spécialisé.

« Le souffleur est le roi de la verrerie, écrivait M. Cavaillé, ancien inspecteur divisionnaire du travail, à Dijon. Il commande la situation de cette industrie à un degré qui ne se retrouve nulle part ailleurs. C'est sa valeur qui fait la réputation d'une usine. C'est parce que l'on trouvait, jusqu'à présent, en Belgique, une véritable race de souffleurs que la verrerie à vitre de ce pays a acquis une supériorité et une réputation incomparables.

« La prépondérance du souffleur se justifie d'ailleurs par l'ensemble des rares qualités requises de lui. Le façonnage du manchon exige un effort d'insufflation considérable ; le maniement de la masse de verre de 15 à 20 kilogrammes, le balancement pendulaire dans la fosse où le mouvement de rotation du manchon progressivement allongé exigent de la force, de l'endurance, de l'agileté. C'est l'art du souffleur qui, avec un coup d'œil surprenant, donne au cylindre sa longueur, son diamètre précis, son exacte épaisseur sur tout le pourtour, calculée en millimètres.

« Le métier est pénible, l'apprentissage long ; aussi le recrutement de la profession est-il peu à peu tari. »

L'étendeur et le coupeur n'étaient aussi formés qu'après un long apprentissage. Les verreries Fourcault et Libbey-Owens n'ont plus que les coupeurs comme ouvriers spécialistes. Tous les autres ouvriers de fabrication sont des manœuvres spécialisés. Il en est de même dans le procédé de l'American Window Glass, qui n'emploie plus comme spécialistes que les étendeurs et les coupeurs.

Pas un enfant n'est employé dans les verreries mécaniques à la fabrication du verre chaud. Il suffit, pour souligner l'intérêt de ce fait, de rappeler les difficultés inévitables crées par l'utilisation de la main-d'œuvre enfantine.

Les salaires. — Les verriers de métier, d'un recrutement difficile, employés dans les verreries à la main, reçoivent des salaires très élevés, — relativement à ceux d'autres corporations — établis d'après des conventions entre grandes organisations patronales et ouvrières. Ainsi, la journée d'un souffleur, à la verrerie à vitre de Montluçon, créée pendant la guerre, ressortait au quadruple de la journée des meilleurs spécialistes de l'industrie du fer de la même localité.

Les verreries mécaniques paient leurs ouvriers au même tarif que la généralité des usines de la ville, en y ajoutant une prime destinée à stimuler la fabrication.

On conçoit que l'adoption de ces salaires, appliqués à un personnel moins nombreux que celui de la fabrication manuelle, diminue considérablement le prix de revient de verre fabriqué.

Les conditions d'hygiène. — La fabrication mécanique du verre à vitre supprime les risques de contagion par la canne passant de bouche en bouche ; elle épargne à l'ouvrier l'effort considérable exigé par le maniement et le soufflement continus, dans une atmosphère surchauffée, du lourd canon de verre.

Pour atténuer encore les inconvénients de la haute température qui règne obligatoirement dans les verreries, on a multiplié les moyens de ventilation dans toutes les usines ayant adopté la fabrication mécanique. Non seulement le travail est rendu moins pénible, mais il n'est plus question de le suspendre pendant les grandes chaleurs, contrairement à ce qui se passait dans la plupart des verreries à la bouche.

VI. — Conclusion.

En résumé, la fabrication mécanique du verre à vitre semble devoir se substituer rapidement à la fabrication à la main. Si, d'une manière générale, l'emploi des machines a transformé beaucoup les conditions de nombreuses industries, il n'en est aucune qui l'ait été autant que la verrerie à vitre et l'on peut dire que si la machine n'était pas venue, cette industrie était condamnée à une mort prochaine avec la disparition de son dernier souffleur.

Bien que les procédés mécaniques de fabrication du verre à vitre soient d'application relativement récente, — ce qui s'explique par les difficultés que présente le travail du verre, — leur développement très rapide, depuis une trentaine d'années, permet de penser que « nous ne serons pas à mi-chemin du siècle, que les aïeules raconteront à leurs petits-enfants incrédules la légende merveilleuse des temps révolus où l'on voyait la nuit, dans les halles rougeoyantes des fours à verre, des hommes demi-nus jongler avec des soleils » (1).

(1) *Le Verre.* Revue mensuelle des industries et du commerce du verre, numéro de janvier 1921.

Digitized by Google

Rachitisme et Vitamines

PAR

Henry DE VARIGNY

Le rachitisme est une maladie fort ancienne ; les squelettes préhistoriques, et protohistoriques (Egypte) en fournissent la preuve. Dans nos communautés civilisées, ou plutôt prétendues telles, le mal est répandu et il a certainement pris plus d'extension depuis que tant de jeunes mères, se voyant mauvaises nourrices, ont, avec les encouragements du corps médical, recouru à l'allaitement artificiel, au lait de vache.

Pourtant, les enfants élevés au biberon ne deviennent pas nécessairement tous rachitiques. Et le rôle du lait n'est pas exclusif. Il a donc fallu chercher d'autres raisons, et peu à peu on en est venu à cette conception que le rachitisme est dû à des causes diverses. Il y a vingt ans et même moins il paraissait que ce mal était dû principalement à la privation du sein maternel, au sevrage prématuré, à des troubles digestifs, au manque d'air et d'exercice, et en partie à des infections chroniques où la syphilis joue un certain rôle.

En y regardant de plus près il apparut ceci, que le plus souvent le rachitisme fait son apparition à la fin de l'hiver, et par là une nouvelle notion fut introduite en ce qui concerne l'étiologie du mal, la notion que celui-ci tient en partie à la privation de lumière. Il apparut assez nettement, par la comparaison des enfants de la classe aisée, et de ceux de la classe plus pauvre, que le sujet qui passe la plus grande partie de son temps à l'ombre, dans l'appartement, fait plus aisément du rachitisme que l'enfant vivant au grand air, dans la rue, et même dans le ruisseau. Et on en vint peu à peu aussi à constater un effet fâcheux des bouillies perfectionnées, pour la santé des enfants de la classe riche qui pensait qu'un aliment devait être d'autant plus sain qu'il était plus travaillé, plus appétissant et plus cher ; il devint visible que l'abus des farineux coûteux, et aussi du pain, devait jouer un rôle.

En somme, les facteurs devaient être : lait médiocre, troubles digestifs, fautes de régime (abus de farineux malsains et de pain) et absence de lumière.

Là-dessus la notion des vitamines se fit jour, et au bout de peu de temps il devenait évident qu'une certaine vitamine devait manquer dans les aliments des sujets rachitiques. Le problème se compliquait. Pourtant il n'y eut bientôt plus à en douter. La carence de certaine vitamine, dite vitamine D, amène le rachitisme. Et l'administration de cette vitamine aux sujets rachitiques les rétablit (1).

Où se trouve cette vitamine? Quelles sont les substances alimentaires ou thérapeutiques qui en renferment la plus forte proportion? Il en est une qui était connue et utilisée depuis longtemps : l'huile de foie de morue qui était entrée dans la pratique courante, depuis Trousseau et Bretonneau. Ce que la clinique démontrait, l'utilité de l'huile de foie de morue contre le rachitisme, l'expérimentation la confirma amplement. D'autres huiles, animales ou végétales, exercent la même action anti-rachitique, le beurre aussi, le lait, mais pas la margarine. Le lait se révèle d'une richesse très variable en vitamine anti-rachitique ; et ces variations se rattachent à celles qui au cours de l'année se présentent dans la composition de la ration alimentaire. Une connexion s'observe aussi avec le facteur lumière : la vache vivant en étable, à l'obscurité, donne un lait moins riche en vitamine D que la même bête vivant en plein air, au soleil.

Ce n'est pas tout. L'expérimentation de ces dernières années a fourni un fait nouveau. L'action de la lumière solaire sur le rachitisme a donné l'idée de chercher si la lumière artificielle n'agit pas, elle aussi ; puis on a voulu savoir quelle radiation agit, et on a trouvé que c'est l'ultra-violette; et, ceci connu, on a cherché si l'irradiation ultra-violette n'améliorerait pas la teneur du lait en vitamine. Et l'expérience ayant donné une réponse affirmative, il a paru que peut-être bien on obtiendrait un résultat favorable en irradiant non plus le lait, mais la source du lait, mère ou vache : et on a constaté qu'il en est bien ainsi.

Conclusion : l'irradiation développe, au moins dans certains aliments, la teneur en vitamine anti-rachitique. Notion curieuse et de prix. Comme il peut être plus commode d'irradier des aliments que des vaches ou des mères, divers expérimentateurs se sont engagés dans la voie nouvelle, et ils sont arrivés à des faits de grand intérêt, théorique et pratique. On en trouvera l'historique dans l'excellent ouvrage de M. Simonnet et de Mme R. Randoin (*La Question des Vitamines*, Presses Universitaires) : qu'il suffise de retenir ce fait qu'en opérant sur certains composés chimiques se rencontrant dans les huiles animales expérimentées, on obtient par l'irradiation une

(1) Voir l'article de M. Aug. LUMIÈRE dans *la Science Moderne* du mois de mars 1924, pp. 163-173.

Digitized by Google

augmentation prononcée du pouvoir anti-rachitique. De fil en aiguille, on en est arrivé à constater que l'ergostérol, apparenté au cholestérol, et à d'autres corps similaires, peut par irradiation fournir une vitamine D très active.

On voit d'ici l'intérêt de la chose. Il est devenu possible de provoquer dans certains corps d'origine organique, au moyen de l'irradiation, de la vitamine D, et de l'introduire dans le régime alimentaire des sujets paraissant en avoir besoin. L'utilité de cette introduction n'est pas discutable : l'expérimentation qui a déterminé du rachitisme en servant aux animaux des aliments où manque la vitamine, a vite fait de guérir les sujets en leur donnant de l'ergostérol irradié par le soleil ou par la lampe à rayons ultra-violets. Il n'est point nécessaire de disposer d'ergostérol pur : il suffit qu'un aliment qui en contient, ou un remède, comme l'huile de foie de morue, soit irradié, pour que se développe en lui la vertu antirachitique.

L'ergostérol n'est pas seul à présenter cette aptitude ; comme l'ont fait voir des recherches sur la cholestérol, le fungistérol, et divers sitostérols. Mais en fait c'est à l'ergostérol qu'il convient de s'adresser, car les autres composés, complètement purifiés, se montrent réfractaires à l'activation par irradiation. L'ergostérol paraît être l'unique précurseur antirachitique.

Que se passe-t-il dans le cholestérol activé par irradiation? A la vérité on ne sait au juste. On sait toutefois que l'irradiation ne doit pas dépasser une certaine limite sous peine de supprimer la propriété qu'elle vient de développer. Et il est évident que le cholestérol irradié a été assez profondément modifié, car il ne donne plus, dans la partie active, les réactions caractéristiques du cholestérol non irradié. Une transformation assez profonde a été opérée : le produit a acquis la faculté d'impressionner la plaque sensible. Le cholestérol activé n'a toutefois pas une longue durée de vie : après quelques semaines ou mois, il perd sa vertu. Il faut donc l'utiliser frais. En passant, notons un fait curieux : le foin séché au soleil est plus antirachitique que le foin séché à l'obscurité, mais ce dernier peut être activé par irradiation.

Il semble que l'ergostérol se rencontre pratiquement dans toutes les graisses animales ou végétales, car toutes sont susceptibles d'activation par e rayonnement ultra-violet. Mais en fait, c'est surtout chez l'ergot de seigle et la levure que l'ergostérol se trouve le plus abondant. C'est donc de ce côté qu'il faut chercher l'ergostérol à irradier pour le rendre antirachitique.

L'irradiation lui fait perdre son caractère cristallin : il devient résineux. Il ne semble pas que l'oxygène joue un rôle dans la transformation, ni l'ozone, car l'activation se fait le mieux dans une atmosphère d'azote ou dans le vide. En tout cas c'est l'élément résineux qui a la vertu antirachitique, et celle-ci est fort prononcée, car la dose de un centmillième de milligramme par jour est efficace pour le rat. Cette quantité infinitésimale suffit à rétablir la fonction calcifiante dont la perte caractérise le rachitisme.

La voie que l'expérimentation oblige à adopter maintenant cadre bien avec celles qui ont été signalées au début de ces lignes. Les observations des cliniciens restent exactes : une seule chose est ajoutée, c'est l'explication des influences qui ont paru favorables à la détermination des manifestations rachitiques.

Manifestement on comprend maintenant pourquoi le rachitisme est plus abondant dans les pays moins ensoleillés, et à la fin surtout de la saison sombre, et chez les enfants vivant plus à l'intérieur qu'au grand air. Car les faits concordent avec ce que l'on sait de l'influence de l'ultra-violet sur l'activation d'où résulte la production de la vitamine D.

Car la vitamine D, manifestement, ne vient pas à l'organisme animal ou humain, du dehors, comme d'autres, qui sont élaborées par les plantes. Elle se fabrique principalement chez les animaux, et résulte de l'exposition de ceux-ci à la lumière solaire (ou à une source de rayons ultra-violets). C'est une production autochtone, ce n'est point un élément hétérogène.

***

On demandera, sans doute, d'où viennent les stérols et corps de ce groupe, qui, chez les animaux, fournissent la matière première, laquelle activée par la lumière se transforme en vitamine. L'origine en est bizarre et inattendue. Ces stérols naissent dans les glandes sébacées de la peau qui en contiennent beaucoup, et c'est sans doute dans l'appareil sébacé que se trouve l'origine de la vitamine antirachitique. L'appareil en question élabore des stérols et des dérivés de ceux-ci, et c'est l'irradiation solaire qui les transforme en vitamine antirachitique.

Cette vitamine ne reste point sur place : il y a toute raison de considérer le foie comme étant l'organe où elle est accumulée à mesure de sa production. Il y a tout lieu encore de considérer cette réserve comme se formant durant les mois d'été. Et celle-ci permet à l'organisme, animal ou humain, de traverser la période d'hiver où assurément la production de vitamine par l'irradiation des stérols durant les périodes peu éclairées est beaucoup diminuée. En tout cas, c'est un fait qu'au cours de

Digitized by Google

l'hiver la teneur du lait de vache en vitamine D diminue de mois en mois. Celle du beurre aussi. Et on comprend très bien que la proposition ait été faite d'irradier les vaches durant l'hiver, pour conserver au lait et au beurre leur richesse estivale en vitamine D. Il est très indiqué d'irradier la vache, la mère qui allaite, pour la maintenir en bon état.

Le lait et le beurre constituent les principales sources de vitamine D dans l'économie de l'alimentation chez l'espèce humaine, et du moment où l'élaboration de cette vitamine est sous la dépendance du rayonnement solaire, on comprend parfaitement les particularités de l'incidence du rachitisme.

On comprend que le rachitisme se présente principalement vers la fin de l'hiver. D'une part, en ce qui concerne le nourrisson, le lait de vache qui lui est donné est plus pauvre en vitamine D, ayant été produit par une bête vivant à l'obscurité dans l'étable. De l'autre, l'enfant lui-même vient de traverser une période où il a vécu à l'abri de la lumière, comme la vache : il n'a donc pas pu élaborer lui-même beaucoup de vitamine. Celle-ci lui manque de tous les côtés : elle lui manque du dehors, et lui fait défaut du dedans, pour la même cause : pauvreté d'illumination, pauvreté de transformation du stérol en vitamine, chez sa nourrice et chez lui-même, à la fois.

On comprend encore que le traitement par l'exposition au soleil, ou au rayonnement ultra-violet constitue une méthode donnant d'excellents résultats contre le rachitisme. Cette méthode fait ses preuves tous les jours, et agit très vite, et très nettement.

Il faut comprendre aussi que si le lait et le beurre constituent durant la moitié de l'année une source très appréciable de vitamine antirachitique, durant l'autre moitié, cette source se tarit graduellement, en même temps que se tarit dans l'organisme la production autochtone de vitamine. Si donc lait et beurre sont des sources de vitamine D, ce sont des sources dont le débit est variable : pendant une partie de l'année très suffisante, pendant une autre, insuffisante. Et on comprend très bien l'action bienaisante de la lumière sur la mère, ou sur la vache fournissant le lait. Bref la lumière se fait.

Mais on se demandera sans doute quel rôle la vitamine D joue dans la genèse du rachitisme, par sa carence. Quelle est donc sa fonction dans la nutrition générale? La question se pose en effet, et la réponse qui y est généralement faite est que cette vitamine est nécessaire à l'organisme pour le contrôle de l'équilibre calcique. Si elle manque, la chaux manque dans le sang, et partant dans le squelette. Peut être bien la proportion de phosphore est-elle aussi diminuée. D'autre part, elle paraît d'autant plus nécessaire que le régime est plus riche en farineux, et surtout en farines dites pures, et raffinées, qui sont en plus malfaisantes — tout comme le pain blanc est loin de valoir le pain bis.

Remarquons en passant que la carence de la vitamine D ne se manifeste pas seulement par le rachitisme : elle entraîne aussi un autre mal, la carie dentaire. Beaucoup de médecins contemporains sont frappés de la fréquence de la carie atteignant la première denture de l'enfant. Cette carie s'explique par le besoin de chaux de l'organisme en général. Et celui-ci commence par la prendre là où il y en a, dans les dents. C'est ce qui du reste a lieu chez la femme enceinte. Il faut de la chaux à l'embryon : il la prend à la mère. Et c'est un fait connu que la grossesse a souvent un effet très fâcheux sur la denture maternelle. Cet inconvénient, on pourra l'éviter désormais en administrant de la vitamine D à la mère. Il a été très répandu durant la guerre — où l'on ne savait pas encore tout ceci — au cours de laquelle les dentistes partout ont constaté une grande recrudescence de la carie dentaire chez les enfants. Elle tenait tout simplement à ceci qu'à la place de beurre, ils consommaient de la margarine laquelle ne contient pas de vitamine D. Mais désormais il sera aisé de rendre la margarine inoffensive en ajoutant de la vitamine à celle-ci.

Où la prendra-t-on? Sans doute il y a l'huile de foie de morue. Mais c'est un produit peu appétissant. D'autre part il n'y a pas assez de lait au monde pour fournir la quantité requise de vitamine D, surtout avec l'accroissement de la population humaine. Où prendre la vitamine requise quand l'humanité vit de plus en plus, sans hygiène, dans les centres industriels, et loin du grand air et du soleil? Dans la levure tout simplement. La levure contient et élabore de l'ergostérol, et celui-ci, irradié, contient de la vitamine. C'est là qu'il faut le chercher. Dès maintenant des manufactures britanniques cultivent la levure, et l'utilisent à fabriquer de la vitamine D en poudre et en solution huileuse, par irradiation. L'ergostérol irradié n'a point de saveur : on le prendra donc sans difficulté pour passer l'hiver.

Ajoutons qu'il est tout indiqué pour la santé en été de préférer la villégiature dans le Nord où les jours sont plus longs, et où l'organisme fabrique lui-même une plus grande quantité de vitamine antirachitique.

Digitized by Google

Mathématiques et Économie politique

PAR

Robert FONVILLE

Docteur en droit.
Auditeur à la Cour des Comptes.

S'il est deux branches des connaissances humaines qui semblent n'avoir aucun point commun, ce sont assurément les mathématiques pures et l'économie politique. Les premières forment ce qu'il est convenu d'appeler une science exacte, c'est-à-dire exprimant des vérités aussi absolues que le permet la relativité universelle. Dans le système physique dont l'homme est le centre, elles se fondent sur des propriétés qui paraissent immuables, elles donnent l'impression de solidité, de pérennité, de certitude.

L'économie politique, au contraire, n'offre à qui l'étudie qu'un aspect général ondoyant et divers. Bien que classée « science », elle n'est bien plutôt qu'un art, et si les économistes sont parvenus à dégager quelques lois des phénomènes qu'ils étudient, celles-ci n'ont aucun caractère de cette fixité relative qui nous est apparue plus haut. Elles sont essentiellement instables ; les exceptions qu'elles souffrent sont des plus nombreuses, elles ne donnent que des approximations grossières, et dans des limites étroites.

Cependant, des économistes modernes n'hésitent pas à mettre les deux matières sur le même plan, et à employer dans les recherches qu'ils font les méthodes mathématiques. Un des premiers M. Colson, aujourd'hui vice-président du Conseil d'État, attacha sa haute autorité à ce genre de travaux. Certaines pages de son *Cours d'Economie politique* paraissent au lecteur tirées d'un ouvrage d'analyse. Mais, avec une grande prudence, M. Colson n'emploie le langage et les méthodes du calcul que pour illustrer ses savantes dissertations. Examinant, par exemple, le cas classique de l'usine à gaz d'où sortent un produit principal, le gaz, et un produit accessoire, le coke, il explique comment sont liés les prix de l'un et de l'autre. Puis, en note, il ajoute le commentaire suivant :

« On peut dire que les prix de vente et les quantités vendues sont déterminées par un système de quatre équations à quatre inconnues. Soient p et p_1 les prix, q et q_1 les quantités pour le gaz et pour le coke. La demande de chacun de ces deux produits est absolument indépendante de celle de l'autre ; le lien qu'elle établit entre le prix et la quantité vendue, pour chacun d'eux, fournit deux équations : $f(p, q) = 0$ et $f(p_1, q_1) = 0$. Les quantités produites sont proportionnelles l'une à l'autre ; donc $q = kq_1$. Les frais à faire pour obtenir une quantité q de l'un des produits, et par voie de conséquence, une quantité q_1 de l'autre sont proportionnels à cette quantité et doivent être couverts par le prix de vente total des deux produits ; donc on a une quatrième relation de la forme : $q\,p + p_1\,q_1 = m\,q$. Ces quatre conditions déterminent les prix p et p_1 et les quantités produites q et q_1 » (1).

Cette méthode d'illustration des phénomènes économiques donne de fort bons résultats ; elle les rend en quelque sorte sensibles à l'œil en les schématisant. Elle les met en lumière et les sort du brouillard épais formé par la masse chaotique des événements qui se succèdent sans trêve et s'enchevêtrent sans fin. Malheureusement, il est de l'essence même de cette matière d'être fluctuante et d'offrir toujours sur un point quelconque l'occasion d'échapper à la rigueur du raisonnement mathématique. Elle est trop en contact avec les réalités les plus diverses de la vie et des affaires. Et, avec M. Colson, il est permis de se laisser aller à douter que la complexité des faits sociaux permette l'application de l'instrument mathématique, d'une façon suivie, à l'économie politique.

D'autres auteurs n'ont pas gardé cette prudente mesure. Ils prétendent démontrer de façon précise que toutes les sciences morales se prêtent à l'application du calcul, et que rien, absolument rien, n'empêche de présenter la morale et l'économie politique sous une forme rigoureusement scientifique. « Ainsi exposée, ajoutent-ils, la morale devient la morale rationnelle, identique à la géométrie, et qui tire de cette identité même toute son incertitude » (2).

Plus particulièrement, ils appliquent leurs raisonnements à l'économie politique, et plus spécialement aux phénomènes monétaires. C'est là une grande hardiesse, une témérité même, et dont la fécondité, n'est pas encore prouvée. Il est difficile d'assimiler à l'économie politique les mathématiques pures, aussi ne s'y risque-t-on pas directement, et un intermédiaire est-il employé. Les sciences physiques semblent se prêter merveilleusement à ce rôle, et il y a été fait très largement appel.

(1) COLSON, *Cours d'Économie politique*. Livre premier théorie générale des phénomènes économiques. Gauthier-Villars et Alcan

(2) RUEFF, *Des sciences physiques aux sciences morales*. Alcan, 1922.

Digitized by Google

Depuis quelques années le développement de la chimie-physique a été immense. Les découvertes qui en sont résultées, les hypothèses que ces dernières ont permis de construire, sont facilement passionnantes. C'est que l'esprit humain, dès qu'il entrevoit une fissure nouvelle ouverte vers l'inconnu, s'élance, de toute la puissance de son ardeur inassouvie, de toute la force de sa volonté de savoir. Et ces hypothèses sont les plus attrayantes, parce qu'elles ont en même temps une allure philosophique, qu'elles paraissent toucher aux causes premières. Par elles, des explications sur la matière sont données, par elles, un peu de cet inconnu si angoissant, et au milieu duquel nous nous débattons, semble éclairci.

Il est compréhensible que des esprits brillants, mais superficiels, éblouis par cet ensemble si harmonieux que laisse deviner la chimie-physique en son état actuel, se soient laissés aller à la tentation de traiter d'autres branches des connaissances humaines par analogie. De là à assimiler les phénomènes économiques aux phénomènes atomiques il n'y avait qu'un pas... Il a été rapidement — et peut-être avec quelque imprudence — franchi. L'enthousiasme est l'apanage de la jeunesse, aussi bien en ce qui concerne les individus que les écoles ; cependant, il gagne à ne jamais échapper à un contrôle sévère. Ce contrôle, en l'occurrence, parait s'être trouvé en défaut.

« La théorie atomique, dit un auteur (1), donne à toutes les propriétés que nous présentent les fluides un sens physique qui nous permet de les comprendre. La pression, par exemple, n'est que l'effet du bombardement continu de molécules que subit un élément quelconque de paroi. La température, qui s'élève avec l'intensité et l'agitation moléculaire, n'est qu'un aspect de leur force vive moyenne. Ainsi, nous imaginons l'existence d'un milieu composé d'un grand nombre d'éléments isolés, évoluant indépendamment les uns des autres, mais tels, dans leurs dimensions, que les propriétés résultantes, celles qui fondent en un phénomène unique la multitude des actions élémentaires, soient seules observables pour nous. Leur étude constitue la physique des gaz dont les lois essentielles, facilement vérifiables, peuvent être considérées comme solidement établies.

« Imaginons alors qu'une molécule pensante, ou mieux, une très petite bactérie réduite presque aux dimensions moléculaires, se propose de découvrir les lois du milieu qui l'entoure. Autour d'elles vont s'élever les protestations unanimes des molécules, ses pareilles, qui n'auront aucune peine à prouver la vanité d'une semblable entreprise. Montrant les innombrables trajectoires imprévisibles dans leur enchevêtrement, les molécules différant entre elles quant à leur vitesse, quant à leur nature même dans les mélanges de gaz, elles concluront nécessairement à l'impossibilité de prévoir les événements moléculaires, la réaction au choc, par exemple, d'éléments dont les caractéristiques ne peuvent être connues. » La Science, diront-elles, n'a que faire dans un domaine où il faut tenir compte de l'infinie diversité des éléments en présence. En voulant enfermer en de rigides et impersonnelles formules des phénomènes aussi complexes, on les défigurerait irrémédiablement, et le savant doit se borner à décrire, en termes appropriés, l'aspect extérieur du milieu qui l'entoure, sans vouloir soumettre l'activité spontanée des molécules à des lois générales qui ne peuvent exister. On pourra, concéderont-elles, citer un chiffre de temps en temps, pour préciser dans le discours certaines caractéristiques de forme immédiatement observables et donner à l'exposé une apparence de rigueur qui ne lui messied pas ; mais il serait vain de rechercher, entre plusieurs groupes de chiffres, des relations permanentes qui ne peuvent exister. »

« Et cependant, nous savons bien, nous, qu'il existe des lois des gaz ; et si nous ne pouvons le mettre en doute, c'est que nous n'avons pas les doigts assez fins, la vue assez perçante, pour suivre dans une masse gazeuse les molécules elles-mêmes. Les propriétés qui seules sont pour nous directement observables sont des propriétés moyennes, résultant de l'action simultanée d'un très grand nombre d'éléments isolés. »

On ne peut assimiler plus nettement ni plus complètement le domaine atomique au domaine anthropomorphique. Ce n'est là qu'une hypothèse, extrêmement hasardée, et il faut bien se garder de la poser comme une vérité première de la science économique. C'est pourtant ce qui semble avoir été fait.

Cependant, il est impossible de ne pas relever des dissemblances telles que leur existence même enlève beaucoup de force à une hypothèse qui, de prime abord, paraît si séduisante.

Il existe une telle différence de dimensions entre les éléments qui entrent en comparaison, que cette juxtaposition même semble quelque peu chimérique. Rien ne permet d'affirmer que des mêmes méthodes qui conviennent à l'étude des atomes, éléments infiniment petits, puissent être appliquées avec quelque chance de succès aux phénomènes économiques. Ceux-ci sont évidemment produits par les efforts accumulés d'une multitude d'individus comme les phénomènes de la physique sont provoqués par l'activité simultanée d'une infinité de molécules. Mais il ne peut y avoir là qu'une comparaison commode, une simple illustration. Tout semble porter à

(1) RUEFF, *Théorie des Phénomènes monétaires*. Payot. 1927.

Digitized by Google

croire qu'aller plus loin dans cette voie serait au moins hasardeux.

Et puis, la comparaison même n'est pas strictement exacte. Il y a trop de différence entre la quantité, pour ainsi dire infinie, des atomes qui entrent dans une particule de matière considérée, et le nombre, très fini, des hommes qui s'agitent sur la terre. Les lois physiques nous paraissent vraies, elles ont pu être énoncées, uniquement parce que nos observations portent sur des nombres tellement grands, que les chiffres dits astronomiques ne sont rien à côté d'eux. L'on peut s'en faire une idée en considérant, pendant un très petit espace de temps, un mélange gazeux : la probabilité pour qu'il s'y produise une hétérogénéité de l'ordre du cent-millième, et du même ordre de grandeur, que celle qui se produirait, si à la BibliothèqueNationale, des singes, frappant au hasard sur des machines à écrire, arrivaient à rétablir tous les volumes qu'elle contient (1). Les lois économiques ne pourront jamais être appuyées avec une telle rigueur.

Reprenant la molécule pensante, il est aisé de voir que le raisonnement qui lui a été prêté n'est pas exact. Rien ne permet d'affirmer qu'elle ne saurait dégager du brouhaha qui l'environne, des lois précises. Seulement, ces lois ne seraient pas celles que nous avons établies ; elles seraient sur un tout autre plan, et il nous est tout aussi impossible de les connaitre, qu'il est interdit à cette molécule d'avoir une notion quelconque des règles que nous avons trouvées.

De même, en ce qui concerne les phénomènes économiques. Comme la molécule, nous voyons autour de nous s'agiter nos semblables, et leurs mouvements nous semblent obéir à des lois déterminées. Mais nos observations sont trop restreintes pour nous permettre de dégager de l'ensemble de nos remarques, de nos expériences, des lois précises : nous n'aurons jamais que des règles, plus ou moins imparfaites, dont l'application formera l'art économique.

C'est le danger des généralisations trop hâtives : il arrive souvent qu'instinctivement, attiré par la suite du raisonnement, dont l'éclat tentateur et fallacieux se laisse déjà deviner, le chercheur parte avec quelque légèreté de prémisses fausses. Or, il est manifestement inexact de poser cette hypothèse : l'homme est identique à l'atome. Il est déjà délicat, lorsqu'on possède plusieurs points déterminés d'interpoler pour les rejoindre par une courbe continue. Il devient aventureux d'extrapoler, pour continuer cette courbe hors des limites reconnues, et c'est ce qui a été fait en notre matière, où, plus qu'ailleurs encore, il convient d'être prudent, comme d'ailleurs n'ont pas manqué de le recommander tous les grands esprits. « C'est qu'il ne suffit pas d'observer, il faut se servir de ses observations, et pour cela il faut généraliser. C'est ce que l'on a fait de tout temps; seulement, comme le souvenir des erreurs passées a rendu l'homme de plus en plus circonspect on a observé de plus en plus et généralisé de moins en moins : chaque siècle se moquait du précédent, l'accusait d'avoir généralisé trop vite et trop naïvement. Descartes avait pitié des Ioniens ; Descartes à son tour nous fait sourire ; sans aucun doute, nos fils riront de nous quelque jour (1) ».

Seuls, quelques grands principes paraissent pouvoir sans inconvénient être étendus à tous les domaines. Ils sont de portée philosophique plutôt que scientifique, et s'appliquent aussi rigoureusement aux mathématiques pures qu'à la physique, la biologie, la morale. Ils dominent en quelque sorte non seulement l'humanité, mais l'Univers auquel nous appartenons. Il est même curieux de remarquer la peine que les homme sont eu à en atteindrela compréhension, à en réaliser l'universalité. Pour la première fois, Newton a posé la loi de l'action et de la réaction égales ; encore ne l'a-t-il fait que pour une science déterminée ; il en est de même pour le principe d'Hamilton, de la moindre action : et pourtant ces deux règles semblent absolument universelles ; ce sont les normes qui régissent tout ce qui existe, ou du moins tout ce qui est perceptible à nos sens.

Hors de ces principes essentiels, il devient beaucoup plus difficile, il est beaucoup plus dangereux, de tenter des généralisations trop souvent hâtives.

***

Les idées de la nouvelle école n'en sont pas moins fort intéressantes. Il est douteux qu'elles révolutionnent l'économie politique, et qu'elles permettent de découvrir des horizons nouveaux. D'ailleurs, elles arrivent vite à des réalisations extrêmement compliquées. C'est ainsi que le problème de l'équilibre des changes, lorsqu'il s'applique à trois pays donnés, aboutit à un système de trente-trois équations à trente-quatre inconnues. Pourtant les méthodes empruntées aux mathématiques pourront servir commodément de moyen d'explication: Réduites à ce rôle secondaire, mais éminemment utile, les recherches qui seront faites dans ce sens ne peuvent que coopérer au développement des sciences économiques et morales.

(1) Émile BORREL, *Le Hasard.*

(1) Henri POINCARÉ, *La Science et l'Hypothèse.*

Digitized by Google

La commande par postes d'aiguillages mécaniques des appareils de manœuvre et de sécurité de Chemins de fer

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur des Arts et Métiers.

I. — Généralités.

Il est difficile de se faire une idée du nombre et de la complexité des appareils qui veillent, sur nos lignes de chemins de fer, à la sécurité des voyageurs et nous ne pouvons songer à en faire en quelques pages un exposé complet et détaillé. Aussi nous nous bornerons dans cette étude à essayer de montrer ce que représentent les postes d'aiguillages à manœuvre mécanique qui sont encor employés le plus fréquemment.

A l'origine on se contentait, pour la manœuvre de chaque appareil et des aiguilles en particulier, d'un levier, le plus simple possible, comme celui représenté à la figure 1.

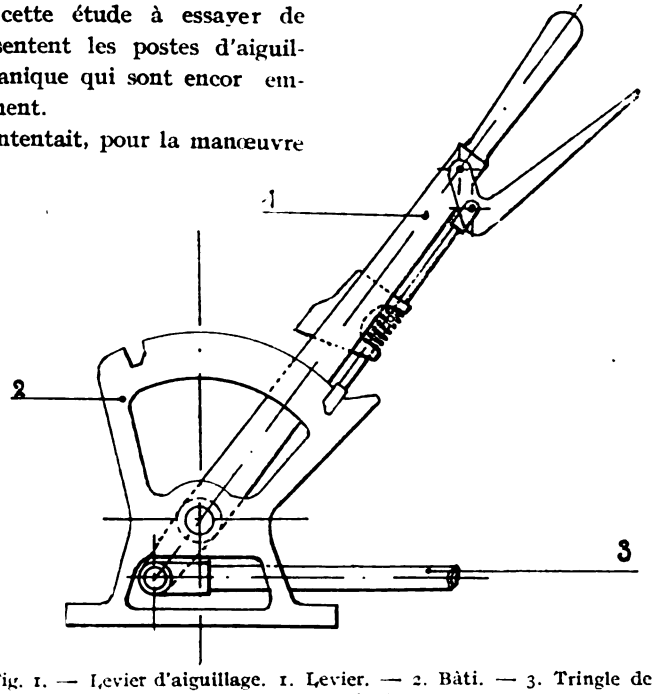


Fig. 1. — Levier d'aiguillage. 1. Levier. — 2. Bâti. — 3. Tringle de commande d'aiguille.

On a ensuite constitué des groupes de 2, 3, 4 de ces leviers, disposés à même le sol, où étaient rassemblés ceux nécessaires à la commande d'aiguilles ou de signaux dépendant les uns des autres. C'était l'acheminement vers l'organe central qu'est le poste d'aiguillage actuel qui commande d'une façon absolue toute une partie du réseau s'étendant sur plusieurs kilomètres de voies. On a certes parcouru un chemin considérable pour arriver aux petites usines que sont les postes modernes qui atteignent dans nombre de cas 20 mètres de longueur avec une rangée de plus de 150 leviers.

Pour se faire une idée de ce que peut représenter un de ces postes nous signalerons que ceux, au nombre de quatre, que les chemins de fer de l'État viennent de faire construire pour leurs nouvelles voies de Paris-Montparnasse ont coûté, uniquement avec leurs appareils de manœuvre et de contrôle, sans les aiguilles ni les signaux eux-mêmes, près de 2 millions.

D'après leur aspect général, les postes d'aiguillages peuvent être classés en deux grandes catégories. La première, appelée à grils horizontaux, a pour elle l'avantage d'un prix de revient moins élevé, la disposition des appareils demandant des pièces moins volumineuses.

L'autre, à grils verticaux, est sans conteste plus coûteuse, mais elle permet de situer les aiguilleurs à 5 ou 6 mètres au-dessus du sol et de leur donner un champ visuel beaucoup plus étendu.

Il est bien certain que seule la situation financière actuelle de nos compagnies les pousse à ne pas abandonner complètement le poste horizontal qui continue à être employé pour les cabines peu importantes. Mais tous les grands postes qui se sont construits ces dernières années, comme ceux d'Orléans, Vierzon, Bourges, sur le réseau du P.-O. ; Paris-Batignolles, Maintenon, Saintes, Paris-Montparnasse sur le réseau de l'État, sont à grils verti-

Digitized by Google

caux. Aussi ce sera ce dernier type que nous représenterons sur nos figures.

II. — Description d'un poste d'aiguillage mécanique.

Il comprend :

1° La cabine ;

2° La table d'enclenchements ;

3° Les organes de transmission et de commande et les organes de sécurité placés sur les voies.

1° *Cabine.* — Ce n'est qu'un simple abri construit selon les préférences des compagnies en béton armé ou en charpente fer avec remplissage en briques. Elle n'a pas besoin d'avoir une résistance spéciale, tous les organes qu'elle protège en étant complètement indépendants. Depuis quelques années on tend de plus en plus à généraliser les cabines à encorbellement du type représenté à la figure 2. De la partie en porte-à-faux descendent les commandes de transmission qui sont ainsi très accessibles et faciles à surveiller et à entretenir. La seule condition nécessaire demandée à une cabine est une visibilité parfaite des aiguilleurs. La partie située au-dessus du plancher doit donc être complètement vitrée comme le montre d'ailleurs la figure.

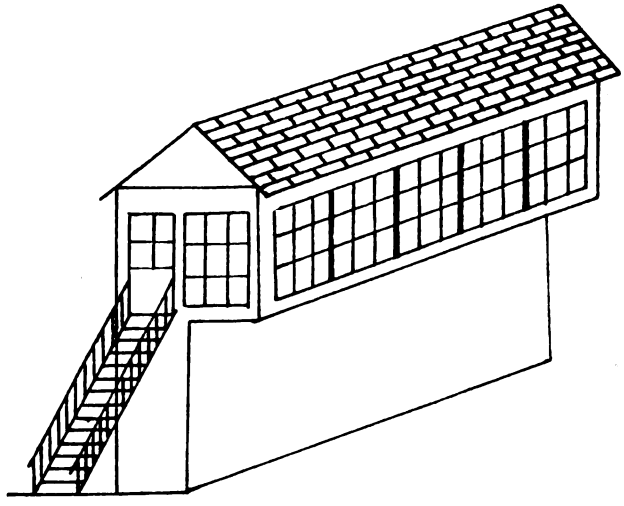


Fig. 2. — Cabine de poste d'aiguillage mécanique.

2° *Table d'enclenchements* (fig. 3). — On désigne ainsi l'ensemble constitué par les leviers et leursgrils d'enclenchements ainsi que tous les organes accessoires situés à l'intérieur de la cabine.

Les leviers eux-mêmes sont analogues à ceux employés couramment pour différents usages. Ils sont montés sur des axes tournant dans des paliers portés par des bâtis 2 fixés sur des fers U3 supportés par une console 4. Cette console est boulonnée sur des colonnes 5 scellées dans des massifs de maçonnerie supportant tout l'ensemble de la table. Les leviers sont alignés côte à côte sur les fers les supportant. Le levier 1 entraîne un pignon 6 qui commande une crémaillère 7 actionnant une tringle 8 reliée, comme nous le verrons plus loin, à l'appareil à manœuvrer.

Sur le levier est montée une manette 3 actionnant par l'intermédiaire de la tringle 10 et du coulisseau 11, un secteur 12 appelé secteur mobile pouvant osciller autour d'un axe 13 porté par le bâti du levier. Ce dernier est immobilisé dans ses deux positions extrêmes par un doigt porté par la tringle 10 qui pénètre dans des crans pratiqués aux deux extrémités d'un secteur fixe solidaire du bâti. La manette 9 est ramenée à sa position de repos par un ressort 14 comprimé à l'intérieur d'une mâchoire 15 montée sur le levier lui-même.

A l'extrémité inférieure du secteur mobile est articulée une tringle 16 reliant celui-ci au gril d'enclenchements 17. Ce gril est constitué par une espèce de cadre en fonte très étroit et allongé, certains atteignent plus de 1m,50, avec une âme venue de fonderie. Il porte à chaque bout un tourillon d'oscillation et à la partie supérieure une tête de commande 18. C'est la position de ces grils qui nous a servi à établir plus haut deux catégories de postes d'aiguillages.

Les grils tournent entre deux rangées de barres horizontales 19 appelées barres d'enclenchements. Ces barres, qui peuvent être animées d'un mouvement horizontal, roulent, sur des galets montés sur des supports 10. Sur les barres sont fixés des taquets de formes différentes (fig. 7) selon la nature de l'enclenchement qu'ils sont destinés à réaliser : n° 1 pour enclenchement normal ; n° 2 pour enclenchement renversé ; n° 3 pour enclenchement pendant la course. Un quatrième type de taquet, le n° 4, sert à l'entraînement des barres 19.

Le tout est supporté par une console 21 boulonnée sur les colonnes 3.

Il existe, bien entendu, des postes d'une réalisation mécanique un peu différente, mais le principe reste le même.

***

FONCTIONNEMENT. — Le levier peut prendre deux positions. L'une dite normale telle que représentée sur la figure, l'autre en traits mixtes dite renversée. Pour renverser un levier, l'aiguilleur a trois opérations à effectuer.

Digitized by Google

Première opération. — L'aiguilleur appuie sur la manette, tire sur la tringle 10 et le coulisseau 11 et fait ainsi tourner le secteur mobile 12 autour de son axe. Remarquons que le secteur mobile ne fait qu'une demi-course pendant cette opération.

Deuxième opération. — L'aiguilleur tout en continuant à appuyer sur la manette renverse le levier. Pendant la rotation de celui-ci le secteur mobile reste fixe, sa première demi-course l'ayant amené dans une position concentrique au levier lui-même. Le coulisseau 11 peut ainsi glisser dans la rainure pratiquée dans le secteur mobile et représentée sur la figure 3 sans qu'il tourne autour de son axe.

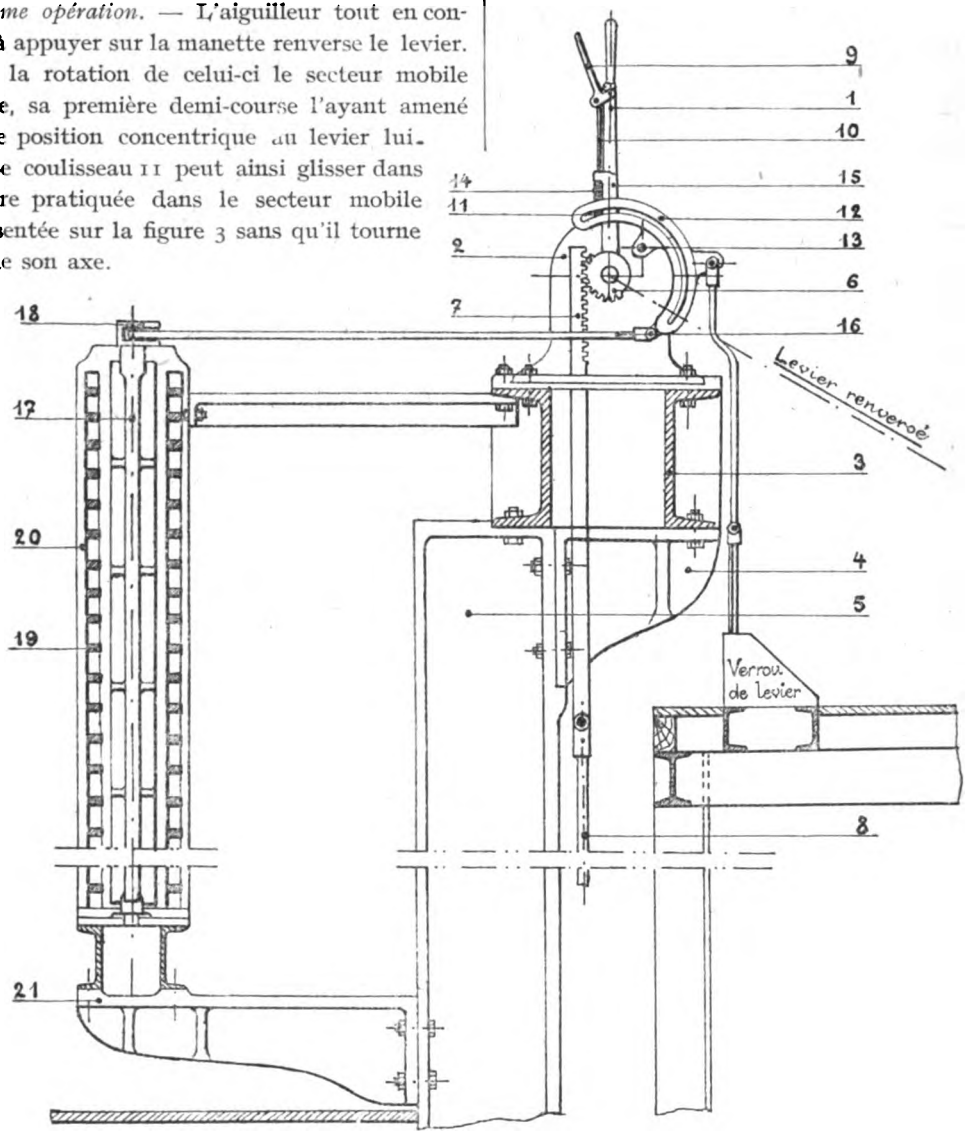


Fig. 3. — Poste d'aiguillage à crémaillère à grils verticaux. 1. Levier. — 2. Support du levier. — 3. Fers U. — 4. Console. — 5. Colonnes. — 6. Pignon. — 7. Crémaillère. — 8. Tringle. — 9. Manette de levier. — 10. Tringle de la manette. — 11. Coulisseau. — 12. Secteur mobile. — 13. Axe du secteur mobile. — 14. Ressort de rappel de la manette. — 15. Mâchoire. — 16. Tringle de commande du gril. — 17. Gril. — 18. Tête de gril. — 19. Barres d'enclenchement. — 20. Support de barres. — 21. Console.

Troisième opération. — L'aiguilleur lâche la manette. Le ressort 14 ramène la tringle 10 et le secteur mobile parcourt sa deuxième demi-course dans le même sens que la première malgré que les deux mouvements de la manette soient de sens contraire.

Pour ramener le levier normal on exécute les mêmes opérations. Examinons ce qu'a fait l'aiguilleur pendant sa manœuvre. Au cours de la première opération le secteur mobile en tournant a par l'intermédiaire de la tringle 15 fait décrire à son gril 17 une rotation de 25°.

Pendant la deuxième, c'est le levier lui-même qui a agi sur la crémaillère 7 et la tringle 8 provoquant ainsi la manœuvre de l'appareil, aiguille par exemple, qu'il commande. La troisième a fait tourner encore le gril de 25° et l'a amené dans la position en traits mixtes de la figure 5.

Nous allons maintenant pouvoir comprendre comment de sa cabine l'aiguilleur peut assurer la sécurité du trafic.

Nous avons vu précédemment que les grils oscil-

Digitized by Google

aient entre deux rangées de barres portant des taquets d'enclenchement ou d'entraînement. Nous avons vu également que ces taquets pouvaient avoir plusieurs formes. Voyons quel est leur rôle :

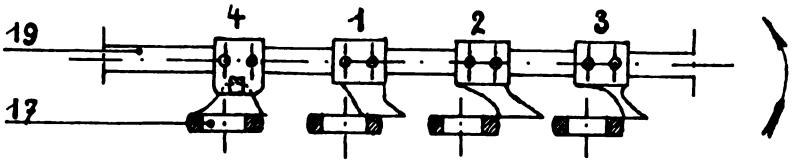


Fig. 4. — 1. Taquet pour paraître en position normale. — 2. Taquet pour position renversée. — 3. Taquet d'enclenchement pendant la course. — 4. Taquet d'entraînement.

Dans la figure 4 les 3 grils placés devant les taquets 1, 2, 3 sont en position normale. Si l'on veut les faire tourner dans le sens de la flèche qui est celui qui leur est donné par le levier, ceux des taquets 2 et 3 pourront le faire sans difficulté. Par contre, celui du taquet 1 butera sur lui et on dit que le gril est enclenché et enclenché en position normale Il en sera de même de son levier qu'il sera impossible de manœuvrer tant que le taquet 1 n'aura pas été déplacé.

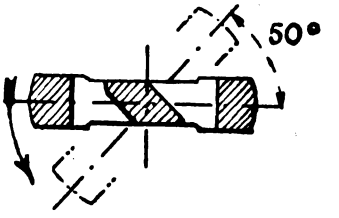


Fig. 5.

C'est tout le principe des enclenchements, et il est compréhensible qu'il suffira de combiner les positions des taquets avec celles des grils pour obtenir tous les enclenchements choisis et ne permettre la manœuvre d'un levier et de l'appareil qu'il commande que lorsque certaines conditions seront réalisées. Pour déplacer le taquet 1 on se sert du taquet d'entraînement 4 qui permet de transformer le mouvement de rotation du gril qui le porte en mouvement de translation de la barre à laquelle il est également lié. Il porte à cet effet un téton solidaire d'un coulisseau en bronze qui se déplace dans une rainure de la barre, rainure perpendiculaire au sens de translation, compensant ainsi la différence de distance provenant de la rotation du gril. Bien entendu, ce déplacement du taquet 1 libérant le gril et le levier correspondant ne doit se faire qu'à bon escient. On obtient d'une façon analogue l'enclenchement du gril par le taquet 2, mais cette fois dans la position renversée, le taquet empêchant de ramener le levier normal.

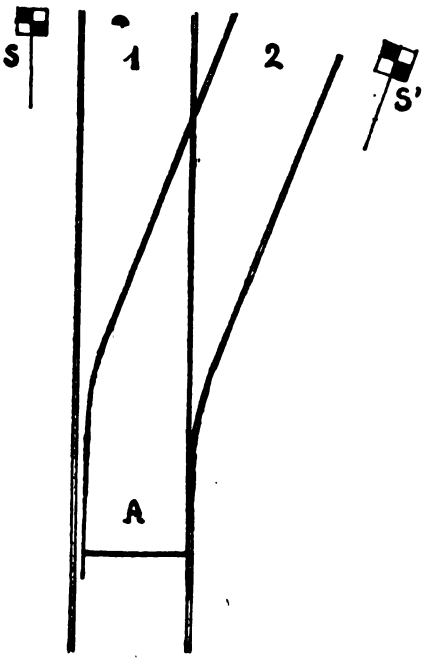


Fig. 6.

Connaissant le principe de l'enclenchement, nous allons nous rendre compte par un exemple simple des combinaisons que l'on est, en pratique, obligé de réaliser.

Soit figure 6, 2 voies 1 et 2 avec une aiguille A couverte par les deux signaux S et S' le trafic se faisant dans le sens de la flèche et en position normale sur la voie 1.

Les trois leviers commandant l'aiguille A et les signaux S et S' étant normaux on doit donc avoir :

Signal S ouvert ;
Signal S' fermé.
Aiguille A normale.

Pour empêcher tout risque d'accident il faut donc que le signal S' ne puisse pas être ouvert ni l'aiguille A renversée tant que S est ouvert. Il faudra donc que S étant ouvert, S' fermé et A normal soient enclenchés. Leurs grils seront donc comme le montre la figure 7.

On veut maintenant emprunter la voie 2.

Il va falloir en premier lieu fermer le signal S puis renverser l'aiguille A et enfin ouvrir le signal S', cela absolument dans cet ordre. Car si l'on renverse A avant de fermer S au risque de voir un train de la voie 1 s'engager entre les deux manœuvres sur l'aiguille et dérailler, de même pour la voie 2 si l'on ouvrait S' avant d'avoir renversé A.

Mais S' et A étaient enclenchés normaux, pour pouvoir les renverser il a donc fallu les libérer et pour cela il faudra que le gril de S et de A présentent un taquet d'entraînement pour provoquer respectivement le déplacement des deux taquets enclenchant A et S' normaux.

On aura donc, les trois leviers étant renversés :

Signal S fermé ;
Signal S' ouvert ;
Aiguille A renversée.

Digitized by Google

Dans ces nouvelles positions S ne devra pas pouvoir être ouvert ni A ramené normal tant que S' sera ouvert. Leurs grils devront donc être enclenchés renversés (fig. 8). Pour y arriver il faudra que le taquet d'entraînement de A déplace un taquet enclenchant S renversé et que S' en présente un amenant l'enclenchement de A renversé.

Pour revenir à la position normale on manœuvrera en premier lieu S dont le taquet d'entraînement libérera A puis celui-ci qui à son tour libérera S et enclenchera S' normal, puis enfin S qui lui enclenchera A normal.

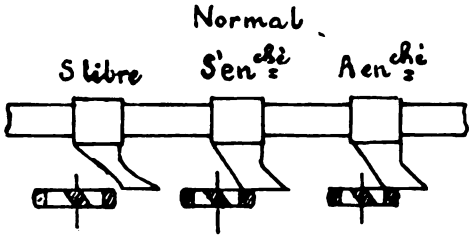


Fig. 7.

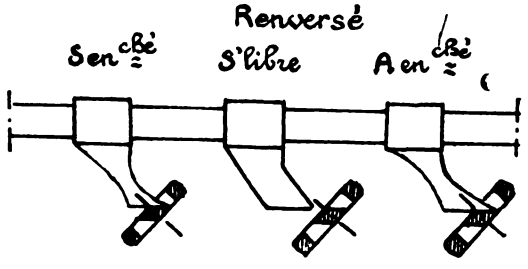


Fig. 8.

En résumé : 1° Trafic voie 1. Leviers normaux.

S ouvert libre.
S' fermé enclenché.
A normal enclenché.

2° Passage du trafic voie 1 à 2 ;

Manœuvre de S qui libère A.
— A — S' et enclenche S.
— S' qui enclenche A.

3° Trafic voie 2. Leviers renversés ;

S fermé enclenché.
S' ouvert libre.
A renversé enclenché.

4° Passage du trafic voie 2 à 1.

Manœuvre de S' qui libère A.
— — S et enclenche S'.
— S qui enclenche A.

Dans les figures 7 et 8 les taquets des différents grils sont sur des barres situées à des hauteurs différentes.

Pour réaliser ces enclenchements il nous aura fallu 2 taquets d'enclenchements normaux, 2 taquets d'enclenchements renversés, 3 taquets d'entraînement, soit 7 taquets. Si l'on songe que certains postes commandent une vingtaine d'aiguilles et plus du double de signaux et que dans de nombreux cas plusieurs aiguilles sont conjuguées on se représente quelle complexité atteint le problème des enclenchements.

III. — *Organes de transmission et de commande et organes de sécurité.*

Les principaux appareils que l'aiguilleur a à commander par l'intermédiaire de ses leviers sont les aiguilles et les signaux. Nous ne nous occuperons pas de ces appareils eux-mêmes connus de tous d'ailleurs et qui sortent du programme que nous nous sommes tracé.

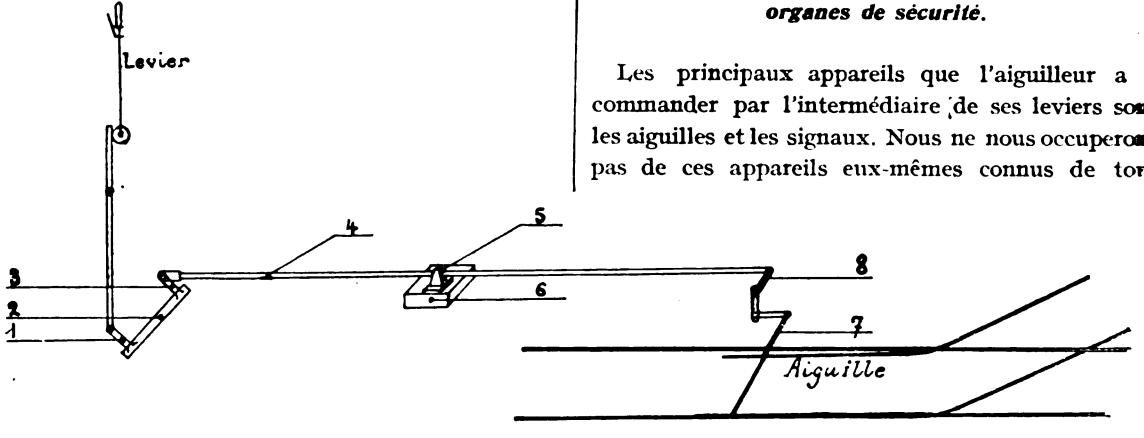


Fig. 9. — Schéma d'une transmission rigide. 1, 2. Bras d'arbre tournant. — 3. Arbre tournant. — 4. Tube de transmission. — 5. Boîte à galets. — 6. Traverse. — 7. Barre de commande d'aiguille. — 8. Retour d'équerre.

Nous nous bornerons à examiner comment leur commande est assurée et surtout par quels moyens on est arrivé à ce que l'aiguilleur puisse de son poste contrôler d'une façon absolue leur fonctionnement.

La manœuvre des aiguilles se fait sur les voies de chemins de fer français par des tubes de transmission, celle des signaux par câbles et fils d'acier.

Digitized by Google

De par leur constitution les transmissions d'aiguilles portent le nom de rigides, celles des signaux de funiculaires.

a. ***Transmissions rigides*** (fig. 9). — Nous avons vu tout à l'heure que le levier actionnait, par un pignon, une crémaillère et une tringle (7, fig. 3). Cette dernière est articulée sur une des manivelles 1 d'un arbre tournant 2 placé à la partie inférieure de la cabine. Cet arbre porte à son autre extrémité une deuxième manivelle 3 sur laquelle est fixé le tube 4 de commande de l'aiguille. Ce tube est supporté par des boîtes à galets 5 maintenues par des tirefonds sur des traverses en bois 6 noyées dans le ballast. La liaison du tube et de la barre 7 de commande d'aiguille est obtenue par un retour d'équerre 8.

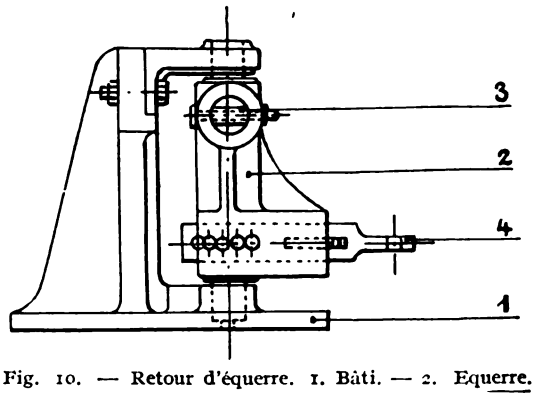


Fig. 10. — Retour d'équerre. 1. Bâti. — 2. Equerre. 3, 4. Bras.

Passons rapidement en revue les différents appareils énoncés ci-dessus.

ARBRES TOURNANTS. — Ce sont de simples arbres horizontaux ayant à chaque extrémité deux bras perpendiculaires, l'un incliné sur l'horizontale sur lequel est articulée la tringle du levier, l'autre incliné sur la verticale recevant la chape terminant le tube de transmission. Ces arbres venus de forge avec leurs bras tournent dans des paliers scellés dans la maçonnerie.

TUBES DE TRANSMISSION. — Ils sont constitués par des tubes d'environ 30 millimètres de diamètre et 6 mètres de longueur, tubes assemblés entre eux par des manchons filetés et maintenus par de solides goupilles cylindriques rivées.

Les tubes pour leur articulation sur les différents appareils reçoivent une chape soudée à leur extrémité.

BOITES A GALETS. — Elles servent à supporter les tubes et à faciliter leur déplacement parfois assez difficile, car certaines transmissions atteignent plusieurs centaines de mètres.

Elles comprennent un petit support en fonte avec une semelle pour sa fixation par des tirefonds sur la traverse et deux joues verticales. Sur ces joues sont montés par deux axes, deux galets placés l'un au-dessus, l'autre au-dessous du tube de transmission. Celui du dessin servant à son guidage, celui du dessous constituant chemin de roulement.

Dans la plupart des cas on a plusieurs tubes de transmission placés parallèlement les uns aux autres ; on emploie alors des boîtes à galets doubles, triples, selon le nombre de tubes.

RETOUR D'ÉQUERRE (fig. 10). — Cet appareil sert à transformer le mouvement de translation parallèle aux voies des tubes de transmission et en un mouvement perpendiculaire nécessaire pour la manœuvre des aiguilles.

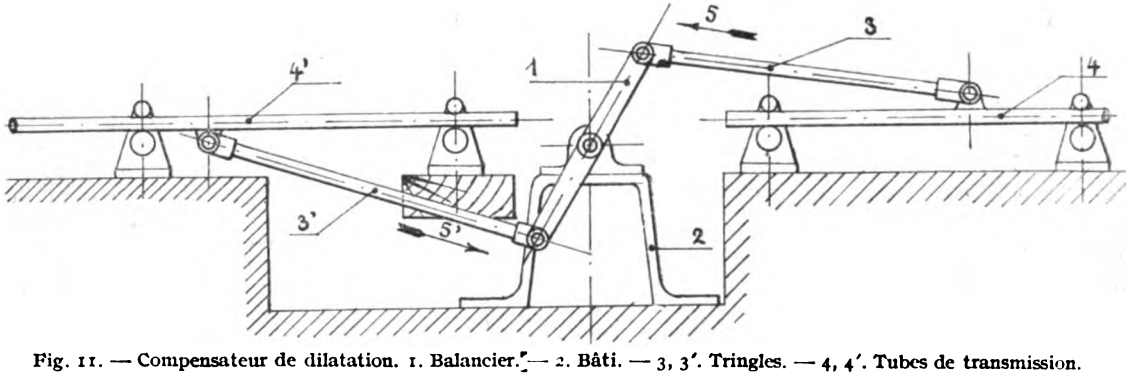


Fig. 11. — Compensateur de dilatation. 1. Balancier. — 2. Bâti. — 3, 3'. Tringles. — 4, 4'. Tubes de transmission.

Il est constitué par un bâti 1 en acier coulé ou en fonte fixé sur une cloche de fondation noyée dans un massif de maçonnerie. Sur le bâti et pouvant tourner autour de son axe est montée une équerre 2 à deux bras rectangulaires 3 et 4. Ces deux bras peuvent, par un dispositif quelconque, — celui de la figure est constitué par une série de trous dans l'un desquels est commandée une goupille, — être plus ou moins allongés selon l'effort que l'on a à demander au levier. Dans certains cas, suivant la disposition des voies, les deux bras peuvent ne pas être à 90°

Digitized by Google

mais former un angle aigu ou obtus. Il est à remarquer que les deux bras du retour d'équerre sont dans des plans horizontaux différents. Cette disposition est nécessitée par l'obligation de situer la barre de commande d'aiguille dans un caniveau ou tout au moins en dessous du niveau supérieur du ballast.

Les appareils décrits ci-dessus sont ceux strictement indispensables à l'établissement d'une transmission rigide. En pratique, on est obligé d'en adjoindre d'autres dont les principaux sont les compensateurs de dilatations et les genouillères.

a. *Compensateurs de dilatations.* — Les tubes de transmissions subissent comme toute pièce métallique l'influence de la dilatation. Ses effets en sont d'autant plus grands que certaines transmissions sont très longues. Comme elles sont reliées à leurs deux extrémités à des organes fixes il était indispensable de prévoir un dispositif les annulant.

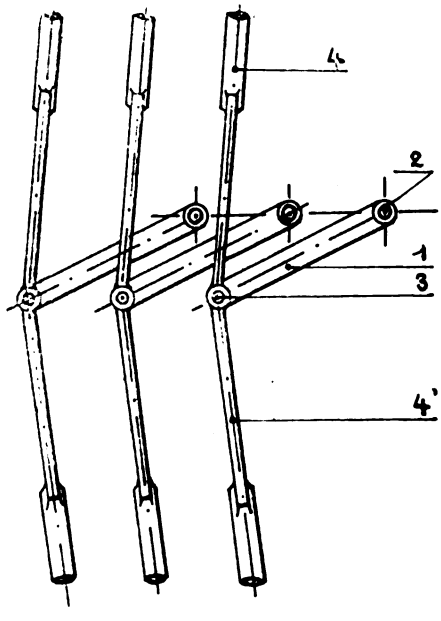


Fig. 12. — Genouillères. 1. Bras. — 2. Pivot de bras. — 3. Axe. — 4, 4'. Transmissions.

On a donc divisé chaque transmission en plusieurs parties de longueurs égales entre lesquelles on a interposé un compensateur de dilatation.

Ces compensateurs qui diffèrent par leur réalisation selon les réseaux, sont dans tous les cas établis pour permettre aux deux parties de transmissions qui leur sont reliés de se dilater librement sans agir sur les appareils qui en dépendent. Le type employé le plus fréquemment est d'ailleurs d'une grande simplicité (fig. 11).

Il se compose d'un balancier 1 monté sur un bâti 2 scellé sur un massif de maçonnerie. A chaque extrémité du balancier sont articulées deux tringles 2 et 3 solidaires des tubes de transmission 4 et 4'. Lorsque l'aiguilleur manœuvre la transmission le balancier transmet son mouvement à 4' sans en modifier en aucune façon l'amplitude, c'est la première des conditions.

Voyons la deuxième : si 4 se dilate, elle tend à pousser sur le balancier dans le sens de la flèche 5 et par conséquent à déplacer 4' en sens inverse suivant la flèche 5'. Mais 4' s'est également dilatée dans ce même sens et de la même quantité. L'action du balancier n'aura donc sur elle aucun effet.

b. *Genouillères* (fig. 12). — Leur emploi est nécessité par l'obligation de faire suivre aux tubes de transmission toutes les courbes des voies elles-mêmes.

Ce sont de simples manivelles 1 montées au pivot 2 supporté par une cloche de fondation. Elles portent à leur extrémité un axe vertical 3 sur lequel sont articulées 2 chapes soudées sur les tubes de transmission 4 et 4'. On comprend que l'articulation de ces tubes sur un même axe permettra de leur faire prendre des directions différentes. Selon les cas, les genouillères sont simples, doubles, triples.

b. ***Transmissions funiculaires.*** — Elles sont à un ou deux fils, selon que la manœuvre des signaux est assurée dans un ou deux sens par le levier qui les commande. Les deux systèmes se défendent, celui à un fil est évidemment plus simple mais peut-être moins sûr.

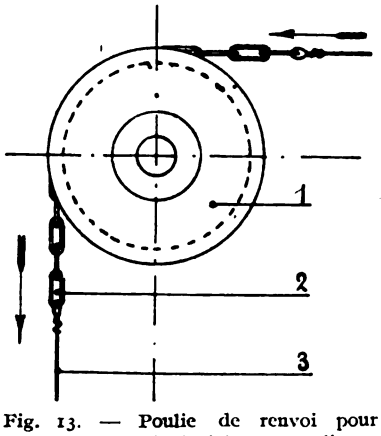


Fig. 13. — Poulie de renvoi pour transmission funiculaire. 1. Poulie. — 2. Chaîne. — 3. Fil.

Comme pour les transmissions rigides, la tringle recevant le mouvement du levier est articulée sur un arbre tournant qui porte à son autre extrémité soit un seul bras lorsqu'on adopte la transmission par un seul fil ; soit deux bras à 180° avec le système à deux fils.

Le ou les fils sont fixés sur le signal et on conçoit aisément qu'en tirant sur eux on ouvrira celui-ci. Dans le cas des deux fils la fermeture se fera en manœuvrant le levier en sens inverse ; dans celui à un fil ce ne sera pas le levier qui agira sur la transmission, mais un contrepoids placé à son extrémité.

Les fils sont supportés par des petites poulies en tôle appelées poulies universelles fixées sur des petits poteaux ou des consoles. Elles sont incli-

Digitized by Google

nables pour épouser les courbes de la voie. Elles peuvent être simples, doubles... selon le nombre de fils.

Pour changer la direction des transmissions funiculaires, par exemple lorsque l'on veut leur faire traverser les voies on emploie des poulies horizontales ou verticales d'environ 400 millimètres de diamètre montées sur un support fixé sur une cloche de fondation (fig. 13). La gorge de ces poulies est faite pour recevoir une chaîne afin d'éviter tout glissement. Ces poulies peuvent être également simples, doubles, triples.

Comme pour les transmissions rigides on est obligé d'avoir recours à des compensateurs de dilatation. Celui représenté à la figure 14 est du modèle adopté par les chemins de fer de l'État. Les deux fils 1 et 1′ s'enroulent sur deux poulies 2 et 2′ supportées par des paliers fixés sur un poteau 3. Les fils sont accrochés à leurs extrémités sur une pièce 4. Celle-ci est suspendue à un troisième fil 5 au bout duquel est accroché un contrepoids 6. Il est aisé de comprendre que cet appareil, en temps normal, n'apporte aucun changement dans le fonctionnement de la transmission. Par contre, si les fils 1 et 1′ se dilatent le contrepoids tire sur l'ensemble et rétablit la tension supprimée par l'allongement des fils sans que les signaux ou autres appareils auxquels ils sont reliés aient été influencés.

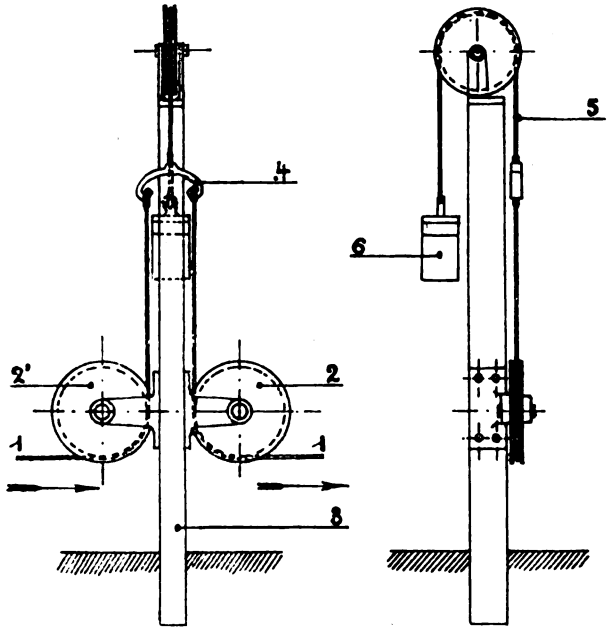


Fig. 14. — Compensateur de dilatation pour transmission funiculaire. 1, 1′. Fils. — 2, 2′. Poulies. — 3. Poteau. — 4. Etrier. 5. Fil du contrepoids. — 6. Contrepoids.

Digitized by Google

Les Divers Sols et leur Classification

PAR

H.-M. NAGANT

Professeur à l'Institut agricole d'Oka (Québec.)

L'étude des sols, ou *pédologie*, est devenue une science très vaste. En France, il y a quelques années, on la considérait encore généralement comme ne formant qu'un grand chapitre de la chimie agricole : mais il a bien fallu reconnaître que si cette dernière intervient à titre de facteur très important dans tout ce qui concerne les recherches sur les sols, la pédologie, en étendant son domaine, a recours à bien d'autres sciences qui débordent les cadres de la chimie proprement dite, telles que la physique, la géologie, la pétrographie, la bactériologie, la météorologie, etc.

Aussi la pédologie tend-elle de plus en plus à se classer à l'état de division de premier ordre dans les études agronomiques. Son domaine s'étend même à tel point, aujourd'hui, qu'on la subdivise en plusieurs branches dont chacune suffit à concentrer les activités de spécialistes en la matière.

C'est pourquoi au premier congrès de l'Association internationale de la science du sol, qui suivant la décision prise à la quatrième conférence de pédologie, tenue à Rome en mai 1924, s'est réuni à Washington, au mois de juin 1927, on a vu fonctionner six commissions différentes qui sont :

1° La commission pour l'étude physique du sol ;

2° La commission de chimie du sol ;

3° La commission de bactériologie du sol ;

4° La commission pour la fertilité du sol ;

5° La commission de nomenclature de classification et de cartographie.

6° La commission pour l'application de la science du sol à la culture ;

Parmi celles qui auront des travaux fort intéressants à discuter, figure certainement la cinquième commission, s'occupant de la nomenclature et de la classification des sols, laquelle s'est déjà fait remarquer par les études originales faites à la suite des conférences internationales de pédologie tenues précédemment, telle que celle de Stockholm en 1910.

Nous nous en tiendrons, dans cet article, à la seule question de la classification des sols.

***

On peut donner du sol la définition suivante, qui met d'accord tous les géologues, pédologues, à quelque école qu'ils appartiennent : « C'est la partie superficielle de l'écorce terrestre soumise à l'altération des agents atmosphériques et biologiques ».

Cette transformation porte non seulement sur les roches sédimentaires, friables ou indurées, mais encore sur les roches éruptives et métamorphiques les plus dures, qui finissent par se convertir en sol arable plus ou moins meuble.

Parmi les agents atmosphériques, dont le mode d'action est surtout réglé par les conditions climatiques, il en est de physiques, tels que les variations de température, le vent, l'action érosive des eaux de ruissellement, et de chimiques, qui peuvent se résumer principalement à trois ordres de phénomènes : hydratation, carbonatation et oyxdation des espèces minérales de l'écorce terrestre. A ces actions purement chimiques viennent se superposer les modifications biochimiques attribuables à l'activité des multiples bactéries, d'autres plantes inférieures et d'animaux tels que les lombrics, les fourmis, les animaux fouisseurs, etc., ainsi qu'aux matières organiques en décomposition ou composés humiques en général.

Mais s'il est aisé de se mettre d'accord sur la définition générale à donner des sols, la divergence des conceptions se manifeste immédiatement dès que l'on passe à leur classification. En effet, ainsi qu'on vient de le voir par notre définition, il y a deux ou trois facteurs fondamentaux qui interviennent dans la genèse de tous les sols :

1° L'origine géologique, c'est-à-dire la nature de la roche-mère dont dérive le sol arable ;

2° Les influences climatiques ;

3° Les influences végétatives.

Faisons toutefois remarquer de suite que ce troisième facteur doit être plutôt considéré comme une résultante des deux premiers et n'est donc pas un facteur premier.

Or, jusqu'ici, les auteurs qui se sont occupés de classifier le sol ont adopté comme base l'un ou l'autre de ces facteurs. C'est ainsi que l'on connaît la classification géologique, basée sur l'origine géologique des sols, universellement suivie en France, et la classification climatique, qui a surtout été l'œuvre de l'école agro-géologique russe, dont Dokoutchaiev fut l'initiateur ; mais comme le fait remarquer A.-J. Joël, professeur en sciences des sols, de l'Université de Saskatoon (Canada), ces systèmes de classification

Digitized by Google

unilatéraux sont nécessairement insuffisants, dès qu'on se place au point de vue général. Ainsi, si la classification géologique donne de bons résultats dans l'étude de terrains locaux, il n'en est plus de même dès qu'on compare des groupes de terrains de même origine géologique, mais fort éloignés les uns des autres, comme c'est fréquemment le cas dans un vaste pays tel que le Canada ou la Russie, parce que des différences de conditions climatiques peuvent leur imprimer des caractères absolument dissemblables.

Ainsi, un sol d'origine glaciaire dans l'est du Canada (province de Québec ou d'Ontario) pourra être très différent, comme structure et composition chimique, d'un sol dérivé de matériaux morainiques semblables dans l'ouest du même pays (la Saskatchewan par exemple), parce que son évolution aura été tout autre sous le climat humide de l'est du Canada que sous le climat semi-aride qui prévaut dans certaines parties de la province de Saskatchewan.

D'autre part, si le facteur climatique forme une bonne base de classification lorsqu'on établit de grands groupements de sols suivant les zones climatiques, il constitue un bien pauvre critérium de classification dès qu'on l'applique à des divisions locales où les variations climatiques sont peu accusées. Enfin, il y a encore à tenir compte que plusieurs particularités dans les caractères d'un sol ne peuvent être mises directement en compte ni de l'origine géologique, ni du climat.

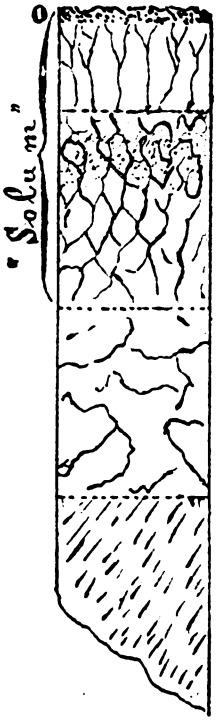


Fig. 1. — Schéma du profil d'un sol normal.

I. — Le profil du sol comme base de classification.

L'insuffisance des anciens modes de classification a incité le comité international institué pour cet objet à adopter comme base de classification l'étude directe du profil du sol dans laquelle apparaissent les parts d'influence de chacun des facteurs ayant concouru à la formation du sol.

Ce que l'on entend par profil du sol. — Nous résumons ici la description, que donnait l'auteur, du *profil* tel que le conçoit le Comité international. On entend par profil la section verticale jusqu'à un point pénétrant à l'intérieur des matériaux originaux non modifiés dont dérive le sol naturellement décomposé.

Dans le profil de tous les sols normalement formés, on distingue plusieurs couches appelées *horizons*, qui représentent le produit final des différents facteurs intervenant dans la formation du sol, tels que : 1° facteurs climatiques ; 2° facteurs géologiques ; 3° facteurs végétatifs, etc.

On observe généralement quatre couches principales dans le profil du sol normal, qui, de haut en bas, sont :

1° Une couche d'épaisseur variable formée de débris organiques indiquée par OM.

2° Une zone d'extraction ou de délavage appelée horizon A.

3° Une zone de concentration ou d'accumulation dite horizon B.

4° La zone modifiée, appelée horizon C.

La couche superficielle de débris organiques, les horizons A et B, constitueront le sol proprement dit appelé *solum* par le comité international de classification des sols (terme proposé par le Dr B. Frosterus, de Helsingfors, Finlande).

A remarquer aussi que dans la plupart des sols les horizons A, B et C présentent des subdivisions basées sur des différences de texture, structure, couleur, etc. Ainsi, on aura les horizons A^1, A^2, B^1, B^2 C^1, C^2.

Or, l'évolution d'un profil de solum sera très différente suivant la nature du climat, sec ou humide, chaud, modéré ou froid. C'est ainsi que l'on peut déjà distinguer deux grands groupes de sols dans le monde :

1° Les sols des régions à climat plus ou moins sec, caractérisés principalement par la présence d'une zone ou horizon d'accumulation de CO^3Ca et de sels alcalins provenant du délavage des couches supérieures ;

2° Les sols des régions à climat humide. Ici, les précipitations atmosphériques sont assez abondantes pour produire une infiltration ou percolation continue de l'eau contenant les sels minéraux en dis-

Digitized by Google

solution. Les profils de ces sols se distinguent par l'absence d'un horizon de déposition de CO^3Ca et autres sels.

Dans ces sols les particules fines ont aussi une tendance à être entraînées mécaniquement par l'eau, de l'horizon A dans l'horizon B.

Tel est, très brièvement indiqué, le principe de la classification des sols par l'étude des profils, tel qu'il est exposé par le Dr A.-H. Joel, d'après les travaux du Dr C.-F. Marbut, Chief of the division of Soil Survey of the U. S. Bureau of Soils. Depuis quelques années il s'est fait aussi des travaux considérables en matière de classification des sols en Europe à la suite du deuxième congrès agrogéologique international tenu à Stockholm en 1910, qui institua un comité pour traiter de la nomenclature et de la classification des sols du nord de l'Europe. Ces travaux furent interrompus par la guerre mondiale, qui empêcha toute collaboration entre les savants des divers pays belligérants et furent repris activement après le retour de la paix. Parmi les plus intéressants et les plus originaux, des travaux présentés à la Commission de nomenclature et de classification pédologiques, basés précisément sur les conceptions récentes en ce qui concerne la formation et la classification des sols, il y a lieu de mentionner ceux du Dr B. Frosterus, président de cette Commission et chef de la section agrogéologique de Finlande ; du professeur D.-C. Glinka, de Pétrograd ; du professeur B. Aarnio, de Helsingfors également ; du professeur H. Stremme, de Dantzig, représentant l'Allemagne et la Finlande. Nous pensons intéressant d'en résumer l'essentiel.

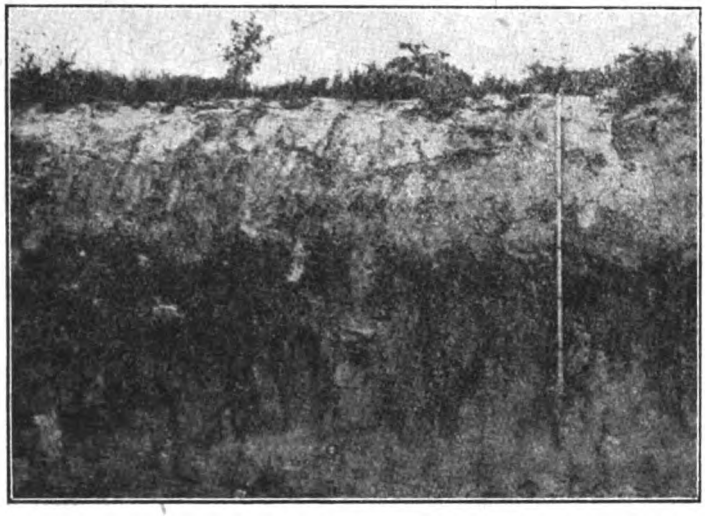


Fig. 2. — Profil d'un sol faiblement podsolé, près de Hildesheim (Allemagne). D'après H. Stremme.

Il est à remarquer que la province de Québec a des affinités agrogéologiques particulières avec les régions étudiées par l'école russo-finlandaise. Ainsi, au point de vue géologique, la Fenno-Scadina, appelée aussi parfois le Bouclier Fenno-Scandinave, région physiographique qui embrasse tout le territoire de la Suède, Norvège et de la Finlande, relève des mêmes formations précambniennes que notre grande région du Bouclier Canadien. Comme ce dernier territoire, il a subi intensément les effets de la glaciation, à l'ère Pléistocène, qui en a fait un plateau semé de milliers de lacs, devant offrir de grandes ressemblances avec notre plateau Laurentien. D'autre part, les conditions climatiques de la Finlande et des parties adjacentes de la Russie et de la Suède sont très analogues aussi ; climat plutôt humide, température moyenne de l'année, à Pétrograd, égale à celle de la ville de Québec.

II. — *Idées générales sur l'évolution et la classification des sols.*

Le professeur G.-D. Glinka, chef de l'école russe, considère le *climat* comme facteur fondamental de la formation et de la classification des sols.

« Il importe peu, dit-il, qu'un sol dérive d'un granit, d'une diorite ou d'une diabase. Les recherches prouvent que sous l'influence de conditions extérieures analogues, toutes les roches donnent naissance à des sols uniformes, tandis qu'une même espèce de granite fournira des sols très différents sous l'influence de conditions extérieures différentes.

« Les principales propriétés des sols naissent dans les processus mêmes de la formation. Ces propriétés sont dues à la modification des matières organiques d'un côté, à la désagrégation des minéraux de l'autre, et au transport des produits finaux dans les couches successives du sol ».

Cette réaction contre la tendance ancienne de vouloir trop exclusivement tenir compte du facteur géologique dans la classification des sols pousse peut-être le savant russe un peu loin dans la direction opposée, au cours de sa première affirmation.

S'il est vrai, comme il dit, que toutes les roches finissent par donner des sols uniformes sous l'influence de conditions extérieures (climatiques surtout) analogues, il y a cependant lieu de tenir compte que nous avons le plus souvent l'occasion de consi-

Digitized by Google

dérer les sols en voie d'évolution, à un point quelconque de leur cycle, et non pas tant au terme de celui-ci. Dans ces conditions, il nous paraît que l'origine géologique demeure un facteur fort important de classification, ce que semble d'ailleurs reconnaître implicitement le professeur Glinka dans des développements ultérieurs, tandis que le Dr B. Frosterus le déclare implicitement lorsqu'il dit à un endroit de son mémoire (3) :

« Ce sont les conditions climatiques présidant à sa formation qui déterminent en premier lieu le type du solum ; le caractère de celui-ci est cependant conditionné par les propriétés des matériaux spécifiques (Bodenart) dont il forme une partie ».

Traduisons encore, à la page 151 du même travail : « Le type du solum nous explique les approvisionnements de matériaux nutritifs renfermés dans le sol et indique les agents climatiques et géologiques qui furent en action dans la formation de la partie supérieure du sol ».

Autre remarque de Miklazewski (4) :

« Le sens de la décomposition de la roche-mère d'un sol sous l'influence du climat est stable, ce qui permet de grouper ensemble les sols d'un même territoire climatérique ; cependant les sols provenant de différentes roches-mères ne sont pas toujours identiques. Ils diffèrent tantôt peu, tantôt beaucoup ».

B. Aarnio, de Helsingfors, et le Dr H. Stremme, de Dantzig (Allemagne) adoptent aussi comme facteurs principaux : 1° le climat ; 2° les eaux souterraines ; 3° le sous-sol *(Bodenart)*, c'est-à-dire la nature géologique. En tenant compte de ces facteurs, ils arrivent à classifier les sols d'après les types chimiques qui caractérisent leur profil, et aboutissent à peu près aux mêmes résultats que Glinka et Frosterus. La formation des sols est caractérisée par le degré d'altération et le transport des produits d'altération. Suivant la manière dont les différentes substances solubles se déplacent et se déposent dans les différents horizons du sol, les différents types de celui-ci prennent naissance. Les substances séparées se comportent différemment en l'occurrence : les sels alcalins solubles dans l'eau sont les plus mobiles, les combinaisons d'alcalino-terreux, les sesquioxydes et les acides siliciques le sont moins.

La mobilité des substances humiques dépend des conditions de l'horizon du sol considéré ; si celui-ci est pauvre en électrolytes, les matières humiques seront solubles dans l'eau, et si, inversement, l'horizon du sol est riche en électrolytes (bases) les matières humiques seront coagulées et se dissoudront peu ou presque pas dans l'eau. C'est le climat (rapport entre la quantité de précipitation atmosphérique et l'évaporation), qui règle le mouvement de l'eau dans le sol. Par ce mouvement, les substances dissoutes sont délavées des couches supérieures du sol ou bien elles s'y accumulent. Si le mouvement de l'eau s'effectue, en ordre principal, de haut en bas, on aura des sols délavés (podsol, latérite).

Si, au contraire, les précipitations atmosphériques sont si faibles que l'air est non saturé d'humidité et que la solution du sol tend énergiquement à remonter, il se formera, suivant le degré d'évaporation, des sols à croûte (*Krustenboden*) ou des sols salins. « Entre les deux extrêmes, on rencontrera différents types intermédiaires, parmi lesquels on peut mentionner, par exemple, les « tchernozem » ou *terres noires* des steppes, dont il sera question plus loin dans le tableau de classification, et qui représente un état d'équilibre dans lequel on ne constate qu'un très faible déplacement des matières minérales ».

La formation du sol, continuent les auteurs cités, peut cependant encore dépendre d'autres facteurs, et notamment, outre la nature du sous-sol, des eaux souterraines. Ainsi, on peut rencontrer des sols salins sous des climats humides lorsque le niveau de l'eau souterraine est élevé et que des solutions salines remontent par capillarité jusqu'à la surface pour y cristalliser. D'autres fois, ces eaux souterraines déposeront dans l'horizon du solum, des oxydes de fer, formant alors une couche dure, ocreuse, désignée sous la dénomination russe de *glei*, de *ortstein* en allemand, *alios* en français, et dont nous parlerons aussi plus loin.

Le sol siège des composés « mutabiles ».

Dans un exposé assez technique, établissant bien les relations profondes qu'il y a entre la minéralogie et la science des sols, le professeur Glinka a étudié ce qui est actuellement connu relativement aux multiples transformations des minéraux silicatés dans le sol. Cet exposé démontre amplement que les minéraux constitutifs des sols n'ont pas de composition constante, et c'est pourquoi Fersman leur a donné le nom de « mutabile ».

« La désagrégation des silicates, dit Glinka, n'est, en somme, qu'un processus hydraulique qui s'accomplit progressivement. Entre le minéral frais et le produit final, il y a une série d'intermédiaires, souvent cristallins. Le processus s'observe le mieux chez les micas, qui subissent des modifications successives jusqu'à la kaolinite, et tous les produits intermédiaires ont un caractère cristallin évident. J'ai nettement constaté que le métal y est graduellement remplacé par l'hydrogène ; ils se transforment en sels acides, et laissent comme résidu l'acide libre qui est de la kaolinite. Dans les produits de désagrégation de la biotite (mica noir), on trouve, outre du

Digitized by Google

kaolin, du quartz. La muscovite, ou mica blanc, laisse comme produit final du kaolin, sans quartz. La désagrégation de la néphéline, de l'épidote, de la leucite, etc., s'opère suivant le même principe.

L'argile, produit final des minéraux contenant avec les silicates alumineux des produits chloritoïdes, diffère visiblement du kaolin par sa constitution, ses propriétés optiques et par sa couleur verdâtre.

Si on est assez renseigné concernant les phases de la décomposition des silicates, on ne connaît que peu de chose relativement aux produits intermédiaires de la décomposition des débris *organiques* ; mais il est certain qu'ils forment un groupe de composés encore moins stables que les constituants minéraux du sol. Ces quelques considérations justifient donc bien l'appellation de « règne des composés mutabiles » appliquée au sol par Glinka, et que nous avons fait figurer en titre de ce paragraphe.

« L'altération des espèces minérales, comme la décomposition des matières organiques, se produit avec une intensité variable suivant les conditions climatiques, ce qui explique que les produits d'altération ne soient pas similaires dans les zones à climats différents. Ainsi, dans les régions tropicales humides, où règne une température élevée, l'argile elle-même se décompose, il s'en sépare de l'alumine. Il y a alors la formation de latérite, type curieux de sol, auquel nous reviendrons plus loin.

De là aussi, d'après Glinka, la formation de plusieurs types de sols, constituant des unités fondamentales dans leur classification, d'après la variation dans la nature des produits d'altération des minéraux et de l'humus.

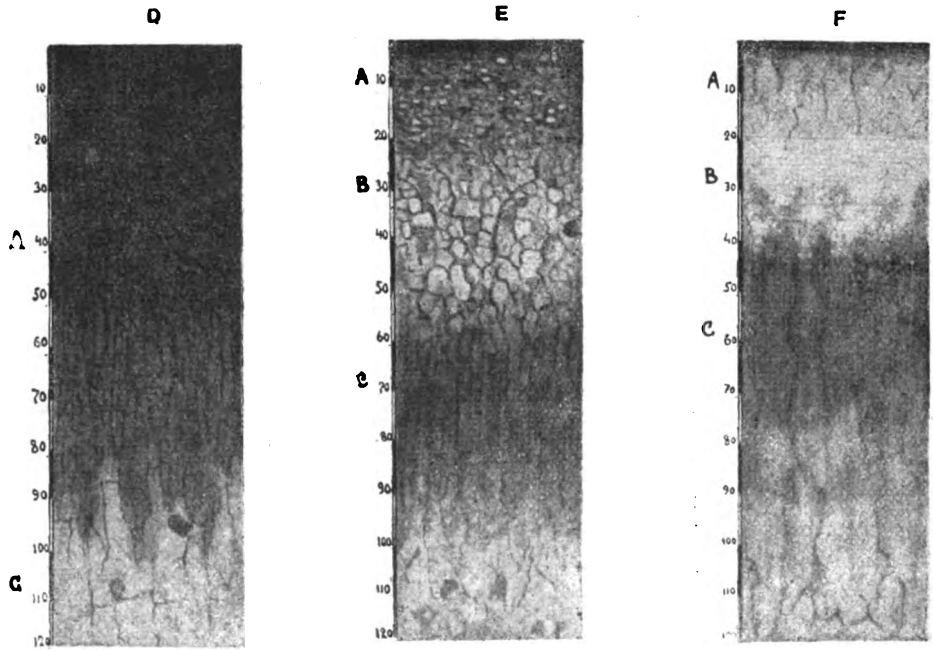


Fig. 3. — Types de sols de zone tempérée, d'après Vilonsky.

Terre noire (*Tchernozem*). Terre grise, sol forestier à structure grossièrement granuleuse. Terre cendreuse (*Podsol*).

Digitized by Google

La Réforme du Calendrier [1]

PAR

Pierre HUMBERT

Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Encore empêchée, par le militarisme agressif de quelques-uns comme par l'impérialisme arrogant de certains autres, d'atteindre le but de désarmement général et de pacification auquel nous espérons tous qu'elle parviendra, la Société des Nations, s'attaquant à la solution de problèmes moins brûlants, a mis au jour de ses travaux la réforme du calendrier. C'est là une question qui, à notre époque, passionne peu de gens: nous ne sommes plus au temps où les règles du comput étaient connues des moins instruits, qui savaient les appliquer sans erreur : M. Jourdain, aujourd'hui, ne demanderait plus à son maître de philosophie de lui enseigner l'almanach ; et si, par une habitude ancestrale, le calendrier des Postes et Télégraphes porte encore, au bas du mois de février, l'indication du nombre d'or, de l'épacte, et de la lettre dominicale, ces termes et ces chiffres demeurent un insondable mystère pour nos contemporains. Pourtant, l'histoire des efforts successifs faits par l'humanité pour perfectionner les divers modes de mesure de la durée est instructive, de même qu'il n'est pas sans intérêt d'étudier brièvement et de comparer les projets de réforme, soumis à l'heure actuelle à la Commission spéciale qui siège sur le bord du Léman.

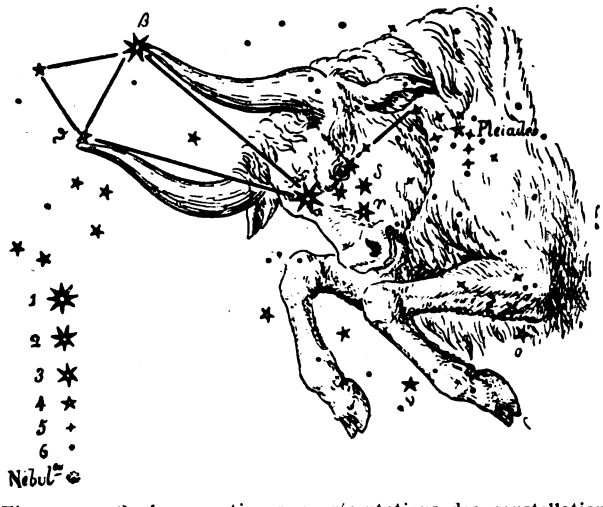


Fig. 1. — Quelques antiques représentations des constellations jalonnant le Zodiaque. Constellation du Taureau.

Nous n'entreprendrons pas ici de définir le temps, tâche redoutable devant laquelle saint Augustin reculait, lorsqu'il s'écriait : « Qu'est donc le temps? Si personne ne me le demande, je le sais ; si je veux l'expliquer à qui m'interroge, je l'ignore ». Nous nous contenterons de constater que, pour trouver le moyen d'évaluer ce temps mystérieux, l'homme n'a eu qu'à lever les yeux vers les astres. Rotation de la terre autour de son axe, en un jour de vingt-quatre heures ; révolution de la lune autour de la terre, en un mois de 29 à 30 jours, révolution de la terre autour du soleil en une année de 365 jours environ : tels sont les phénomènes astronomiques, aussi simples que grandioses, dont nos horloges et nos calendriers doivent s'efforcer de reproduire la merveilleuse régularité.

***

La tâche du savant a été, dès l'origine, de mettre en harmonie ces modes de calcul et de grouper les jours dans l'année de façon que le retour des saisons se produise aux mêmes dates ; et ce problème, qui constitue toute la question du calendrier, serait susceptible d'une solution extrêmement simple si l'année se composait de 365 jours entiers : la terre étant, au début de l'année, et à minuit, en un certain point de son orbite, y serait exactement revenue à minuit, lorsque l'année se terminerait, et tout se passerait donc dans un ordre régulier ; mais la durée de l'année est, en réalité, un peu supérieure à 365 jours de sorte que si l'on adopte ce nombre, il se produira chaque année, un léger décalage, qui, s'accumulant peu à peu, finira par tout perturber, et dont nous avons un exemple frappant dans l'histoire du Calendrier des Egyptiens.

Trompés au début par leurs calculs, les savants de ce pays avaient cru pouvoir fixer la durée de l'année à 360 jours, qu'ils avaient groupés en 12 mois de 30 jours, mode de division qui, outre sa simplicité,

(1) Discours prononcé à la Séance solennelle de rentrée des Facultés de l'Université, Montpellier le 3 novembre 1927.

Digitized by Google

avait le grand avantage de coïncider à peu de chose près avec la périodicité des phases lunaires. L'erreur était donc environ cinq jours chaque année : au bout de 18 ans, elle était de trois mois, et le soleil était en solstice d'hiver alors que le calendrier indiquait l'équinoxe de printemps. Ultérieurement, afin de corriger cette erreur qu'ils avaient reconnue, les Egyptiens ajoutèrent, à la fin de leur année, cinq jours complémentaires, en dehors de tout mois, dits *épagomènes*, considérant ainsi l'année comme de 365 jours tout juste. Or, les observations astronomiques les plus précises indiquent pour la durée de l'année, un nombre de jours non entier, égal à 365 jours, 5 heures, 48 minutes et 46 secondes, donc assez voisin de 365 jours 6 heures, ou 365 jours un quart; En gardant 365, les Egyptiens, et à leur suite, les Grecs, puis les Romains, faisaient donc une erreur de un quart de jour chaque année, soit de un jour tous les quatre ans, état de choses qui, on le sait, dura jusqu'à la réforme de Jules César. A cette époque, l'accumulation des erreurs étant telle que l'année commençait 67 jours trop tôt, César décréta d'abord que, pour remettre les choses dans l'ordre, en incorporerait ces 67 jours dans l'année qui allait s'ouvrir, en sorte que l'an 709 de la fondation de Rome, ou 47 avant l'ère chrétienne, connue des historiens sous le nom d'année de la confusion, compta exceptionnellement 432 jours. Ensuite, désireux de prévenir le retour de l'erreur égyptienne, et adoptant la durée de 365 jours un quart, il décida d'ajouter à l'année un jour tous les quatre ans, en sorte qu'après trois années de 365 jours, on en rencontrerait toujours une de 366, rétablissant ainsi l'équilibre et corrigeant périodiquement le décalage annuel. Tel fut le calendrier Julien, qui conserva les douze mois de l'ancien calendrier latin, avec leurs noms antiques et leurs durées bizarrement inégales, ajoutant chaque quatre ans, en février, après le sixième jour, *sextus*, avant les calendes de mars, un jour supplémentaire, *bis sextus*, qui rendait l'année bissextile. Et cet héritage du monde romain fut transmis, sans modification essentielle, au monde chrétien, après que le Concile de Nicée, en 325, eut décidé de remplacer l'ère de la fondation de Rome par celle de la naissance du Sauveur, et de compter comme bissextiles les années dont le millésime était divisible par quatre.

Adopter, comme le fit César, trois cent soixante-cinq jours un quart, c'était se rapprocher beaucoup de la durée vraie de l'année astronomique : ce n'était pas encore l'exactitude absolue, et, en intercalant un jour tous les quatre ans, on commettait chaque fois une très légère erreur, atteignant à peine trois quarts d'heure, mais qui elle aussi, finissait à la longue par devenir sensible, se montant, au bout de 128 ans, à un jour entier. On s'en aperçut de bonne heure et, du XIV^e^ au XVI^e^ siècle, ce fut chez les savants une véritable course à la recherche du temps perdu.

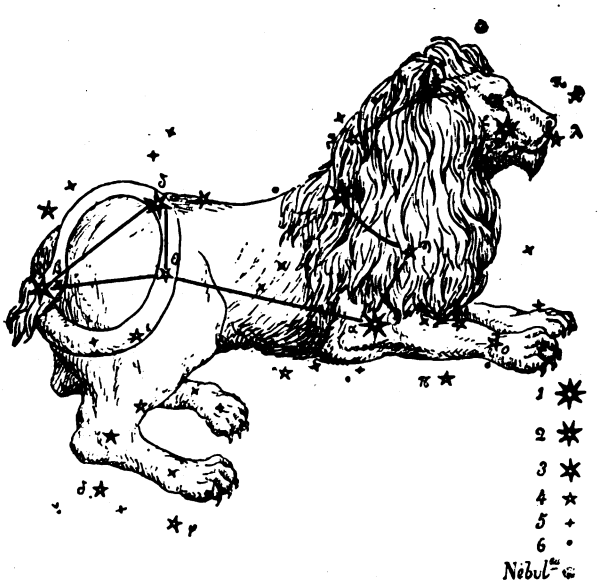


Fig. 2. — Le Lion (5^e^ constellation).

Il était réservé à Grégoire XIII de faire aboutir des tentatives jusque-là vaines. S'inspirant des travaux d'une commission où brillaient les deux frères Aloisius et Antonio Giglio, le savant jésuite Clavius, l'évêque mathématicien François de Foix-Candale, ce pape lança le 24 février 1582 la bulle *Inter gravissimas*, contenant tous les éléments de la réforme appelée, depuis, grégorienne. Pour corriger l'erreur actuelle, qui avait atteint dix jours, la bulle décrétait que le lendemain du 4 octobre 1582, serait le 15 octobre, et, pour prévenir son retour, qu'on supprimerait non pas une bissextile tous les 128 ans, ce qui eût été d'un calcul malaisé, mais trois bissextiles en 400 ans, ce qui revenait à peu près au même, et conduisait à une règle très simple: toutes les années séculaires seraient communes au lieu d'être bissextiles sauf celles dont le millésime est divisible par 400 : ainsi 1700, 1800 et 1900 devraient compter 365 jours, alors qu'elles auraient dû être bissextiles dans le calendrier Julien ; en revanche 1600 et 2000 seraient bissextiles dans les deux calendriers.

Le Vatican avait parlé : bien qu'il ne s'agît pas en l'espèce d'une question de dogme, personne, à cette époque, dans le monde catholique, n'eut l'idée d'accuser le Pape d'outrepasser ses droits, et, dans tous les Etats soumis à l'Eglise Romaine, la réforme fut appliquée au plus tard l'année suivante. Les peu-

Digitized by Google

ples qui, peu auparavant, avaient écouté Luther, Calvin ou Henri VIII, résistèrent plus d'un siècle, préférant n'être pas d'accord avec le soleil que de suivre un calendrier institué par l'Antechrist lui-même. Cependant, en 1700 l'Allemagne, en 1701 les Pays-Bas, en 1724 la plupart des cantons Suisses, enfin, en 1752, l'Angleterre finirent par abandonner le calendrier Julien pour suivre la réforme pontificale, prenant, selon qu'il était nécessaire, des mesures diverses pour se remettre en harmonie avec le reste de la chrétienté, obligés parfois à des procédés curieux, comme la Suède qui compta en 1712, un mois de février de 30 jours : en sorte qu'à partir du milieu du XVIII^e^ siècle, seules, parmi les nations civilisées restaient en dehors de la règle commune, d'une part, la Russie et les autres peuples orthodoxes, solidement attachés au calendrier Julien, d'autre part, la Turquie et les pays islamiques, fidèles à l'ère de l'hégire et au calendrier lunaire des musulmans, sans parler des empires païens d'Extrême-Orient, qui devaient d'ailleurs, par la suite, adopter eux aussi le grégorien, le Japon en 1873, la Chine en 1912.

Durant tout le XIX^e^ siècle, la Russie s'obstina dans son isolement, et, comme les Orientaux avaient conservé les bissextiles séculaires 1700, 1800 et 1900, communes dans le calendrier grégorien, l'écart de 10 jours en 1582 se trouva porté, au XX^e^ siècle, à 13 jours; malgré les appels pressants à l'union qu'adressaient les Occidentaux, il semble probable que la réforme n'aurait jamais abouti, sans la guerre et la révolution. Dès 1916, sous la pression des Empires centraux, la Bulgarie cédait ; en 1918, c'était le tour de la Russie, en 1919 de la Yougoslavie et de la Roumanie, en 1923, de la Grèce. Enfin, il y a deux ans, la Turquie, unique nation restée dissidente, remplaçant le calendrier de l'hégire par le grégorien, adoptait cette courte loi dont le libellé assez bizarre parachevait l'unité de calendrier : « le lendemain du 15 Djoumada 1344 sera le 1^er^ janvier 1926 ».

A l'heure actuelle, donc, le calendrier proposé en 1582 par le Souverain Pontife Grégoire XIII triomphe dans tout l'Univers, et l'on conçoit que divers congrès astronomiques internationaux, et, à leur suite, la Société des Nations, aient jugé le moment propice pour étudier les réformes que nécessitent les imperfections de notre calendrier, certains qu'elles seraient acceptées sans difficulté par le monde entier. Mais, avant de voir rapidement en quoi les règles grégoriennes sont fautives, et comment on pourrait arriver à les modifier, je crois qu'il serait bon de remarquer, dès le début, que l'antiquité de notre calendrier, l'habitude prise depuis si longtemps des mois qui le composent, la répugnance que nous aurions à abandonner de si vieilles traditions, interdisent tout changement radical dans son économie, et n'autorisent que des transformations légères, devant passer, en quelque sorte, presque inaperçues. Il serait difficile aujourd'hui de remplacer le Grégorien par un autre calendrier qui en différât totalement : et nous n'avons, pour nous en convaincre, qu'à nous rappeler l'exemple éclatant et lamentable du calendrier français.

Fig. 3. — La Vierge (6^e^ constellation du Zodiaque).

Il était pourtant composé avec art et avec science, ce calendrier républicain que, par une loi du 24 novembre 1793 la Convention adopta sur le rapport de Fabre d'Eglantine. Au lieu de commencer l'année à la date arbitraire du premier janvier, qui, au fond, ne signifie rien, il partait de l'équinoxe d'automne, ce qui lui donnait une base astronomique sérieuse, et faisait coïncider les trimestres avec les saisons : sa division en douze mois de trente jours, suivis de cinq ou de six complémentaires, remontait à la plus haute antiquité, puisque nous l'avons vue en usage chez les Egyptiens : et aux dénominations données à ces mois, Vendémiaire, Brumaire, Frimaire, pour l'automne ; Nivôse, Pluviôse, Ventôse, pour l'hiver ; Germinal, Floréal, Prairial, pour le printemps, et, pour l'été, Messidor, Thermidor, Fructidor, on ne peut s'empêcher de trouver un grand charme poétique et une incontestable beauté, qui fait défaut aux noms des mois que nous ont légués les Romains. Cependant, la Convention, toujours avide d'imposer au monde entier des réformes qu'elle trouvait géniales et dont certaines l'étaient, en effet, comme le remplacement des anciennes mesures par l'admirable système métrique, n'avait pas pris garde que

Digitized by Google

les habitants de l'hémisphère austral accepteraient difficilement d'appeler Nivôse un mois qui, hivernal pour la France, correspondrait pour eux au plein été, en sorte que le calendrier français ne pouvait prétendre à devenir universel. Mais, il faut avouer surtout que le poète languedocien, lauréat des Jeux floraux, ne sut pas garder la mesure, en particulier, lorsqu'il s'avisa de remplacer les saints de chaque jour, « ces images de la superstition », disait-il, par un produit agricole, un animal domestique ou un instrument aratoire. C'est ainsi que le 13 Vendémiaire était consacré au potiron et le 17 à la citrouille, le 15 Brumaire au dindon et le 10 Thermidor à l'arrosoir.

Malgré le lyrisme de son rapporteur, le Calendrier révolutionnaire ne dura officiellement que jusqu'en 1805, date où Napoléon, sur l'avis de Laplace, jugea sage de revenir au Grégorien ; et de l'œuvre de Fabre d'Eglantine, qui avait eu le tort de vouloir renverser des coutumes trop anciennes, on oublie même le grand intérêt littéraire, scientifique et historique, pour ne songer qu'à ses faiblesses et à ses ridicules, bien que ceux-ci aient été largement dépassés par le calendrier positiviste, heureusement éphémère, qu'adopta en 1889 la république Brésilienne et où les noms des mois étaient remplacés par ceux des douze grands hommes de l'histoire, c'est-à-dire, dans l'ordre chronologique, Moïse, Homère, Aristote, Archimède, César, Saint Paul, Charlemagne, Dante, Gutenberg, Shakespeare, Descartes et Frédéric II

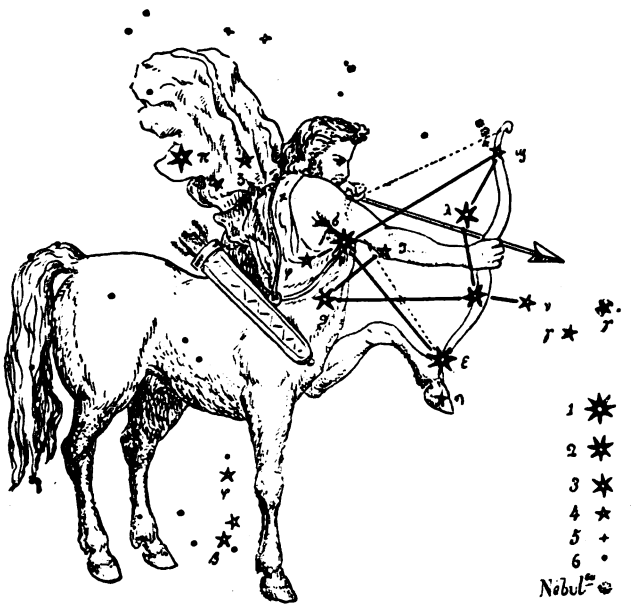


Fig. 4. — Le Sagittaire.

Instruits par ces tristes expériences, ne songeons donc pas à faire subir à notre calendrier des modifications radicales, et cherchons simplement à l'améliorer, sur les quelques points où il n'est pas à l'abri des reproches. Aussi bien est-ce l'avis de la Société des Nations qui, avec beaucoup de sagesse, a posé le principe suivant : « Les changements des traditions existantes qu'entraîne toute réforme ne sont justiciables et acceptables que s'ils sont demandés nettement par l'opinion, en vue d'une amélioration certaine de la vie publique et des relations économiques. »

***

Le premier reproche que nous examinerons n'est point adressé à notre actuel calendrier par la voix populaire : seuls, les savants peuvent s'en préoccuper, mais comme nous le verrons la correction proposée ne troublerait aucun usage. L'année grégorienne, en tenant compte de ses trois bissextiles supprimées en 400 ans, ne diffère qu'à peine de l'année vraie ; mais cependant une légère erreur subsiste: environ un jour en vingt siècles, pratiquement insensible, mais que les astronomes, gens pointilleux, voudraient arriver à réduire encore davantage. La solution de beaucoup la meilleure au point de vue scientifique consisterait à reprendre l'antique projet de Pierre d'Ailly, défendu au siècle dernier par Madler, suppression d'une année bissextile tous les 128 ans, car, dans ces conditions, le décalage atteindrait à peine une heure au bout de dix-huit siècles! Mais, si l'exactitude doit être la qualité principale d'un calendrier, la simplicité doit aussi entrer en ligne de compte, et il faut que l'on puisse dire, après un calcul mental aussi aisé que rapide, si une année quelconque sera ou non bissextile ; le Grégorien actuel est, sur ce point, extrêmement pratique, alors que l'adoption du calendrier de Madler embrouillerait les choses à plaisir. Mieux vaudrait, peut-être, se ranger à l'avis qu'émit, en mai 1923, le Congrès des églises orthodoxes d'Orient, réuni sous la présidence du patriarche Menelius IV de Constantinople, qui, décidant d'abandonner le calendrier Julien comme venaient de le faire les divers pouvoirs civils, et désireux d'adopter, non peut-être sans quelque satisfaction, un calendrier supérieur à celui de Rome, fixa son choix sur une proposition de M. Milankovitch aboutissant pratiquement à la règle suivante ; alors que dans le Grégorien les années séculaires 2800 et 3200 devront être bissextiles, dans le calendrier ecclésiastique des orthodoxes, ce seront 2900 et 3300. La différence, minime et lointaine, suffirait à réparer la faible erreur grégorienne.

Notre vieux calendrier peut donc sans bouleverser

Digitized by Google

aucune habitude et sans toucher à la moindre tradition, être aisément perfectionné de façon à répondre aux exigences les plus strictes de l'astronomie.

Plus grave, et d'ordre essentiellement pratique, est la seconde question, celle de la fête de Pâques, qui, commémorant l'anniversaire de la Résurrection du Christ, se trouva naturellement fixée au dimanche qui suit le jour de la Pâque hébraïque, elle-même commandée, d'après un texte de l'*Exode*, par la date de la pleine lune qui suit l'équinoxe de printemps. Or, il n'y a aucun rapport entre les saisons et les lunaisons, si bien que la lune pascale varie, sans suivre de loi simple, d'une année à l'autre, et que la date de Pâques se trouve ainsi osciller entre des limites éloignées de plus d'un mois, 22 mars d'une part, 25 avril d'autre part, sans que l'on puisse, autrement que par des calculs longs et pénibles, en déterminer le jour exact pour une année donnée. Ai-je besoin de dire ici les inconvénients de cette fluctuation irrégulière, qui d'ailleurs se fait sentir non seulement sur Pâques, mais, à sa suite, sur les diverses fêtes mobiles, en particulier la Pentecôte et la Fête-Dieu? Dans les milieux de l'enseignement où les vacances pascales constituent une importante coupure, ne souffre-t-on pas de voir, certaines années, entre le jour de l'an et Pâques, un intervalle démesuré, alors que ce qu'on appelle le troisième trimestre se trouvera tellement raccourci qu'on devra presque le considérer comme sacrifié? Rien d'étonnant donc à ce que des voix nombreuses et autorisées se soient, à diverses reprises, élevées en faveur d'une stabilisation de la fête de Pâques, et de sa fixation au premier ou au deuxième dimanche du mois d'avril. La question est venue, en 1922, devant la Société des Nations, qui, considérant avec raison qu'elle était avant tout d'ordre religieux a prié le Pape, l'Archevêque de Cantorbery et le Patriarche de Constantinople de déléguer des représentants à Genève, afin d'étudier de près les possibilités d'un changement. En conséquence, le père Gianfranceschi, président de l'Académie pontificale des Sciences, le Révérend Phillips, membre de la Royal Astronomical Society, M. Eginitis, directeur de l'Observatoire d'Athènes, prirent part aux délibérations de 1923 et 24, dont la conclusion fut qu'au point de vue dogmatique, la fixation de la fête de Pâques « ne se heurte à aucune difficulté insurmontable », mais que, bien entendu, nulle décision définitive ne serait prise sans l'assentiment formel du Saint-Siège et des autres autorités chrétiennes. Nous sommes donc, vraisemblablement, à la veille d'une solution qui, sans bouleverser outre mesure nos usages, serait certainement considérée comme opportune et bienfaisante.

***

Mais voici maintenant la question principale, sur laquelle l'accord est encore loin de se faire, et qui a déjà suscité et suscitera dans l'avenir de nombreuses polémiques. L'année, le mois, le jour ne nous suffisent point, pour jalonner la durée : l'unité de temps, qui est presque, dans la vie courante, la plus importante, et qui est sans doute la plus ancienne, c'est la semaine, dont la succession, toujours respectée des réformateurs, s'est déroulée uniformément et sans heurt à travers toute l'histoire du monde, et dont l'abandon irréfléchi par la Convention, la remplaçant par la décade, ne fut pas une des moindres causes de l'échec du calendrier républicain. Or, 365 et 366, n'étant pas multiples de 7, il n'y a pas, dans l'année un nombre entier de semaines : une année commune contenant 52 semaines plus un jour, une bissextile, 52 semaines plus 2 jours ; une année commençant par un lundi, la suivante commencera par un mardi, ou un mercredi selon les cas, et, de toutes façons, aux mêmes quantièmes du mois de deux années différentes ne correspondront les mêmes jours de la semaine que très exceptionnellement. D'où la nécessité, pour connaître le jour d'une date déterminée, de recourir à un almanach, ou, si l'on n'en a pas à sa disposition, par exemple, s'il s'agit d'une année à venir, de se livrer à un calcul assez délicat, et où l'on se trompe souvent (1). Il est certain que,

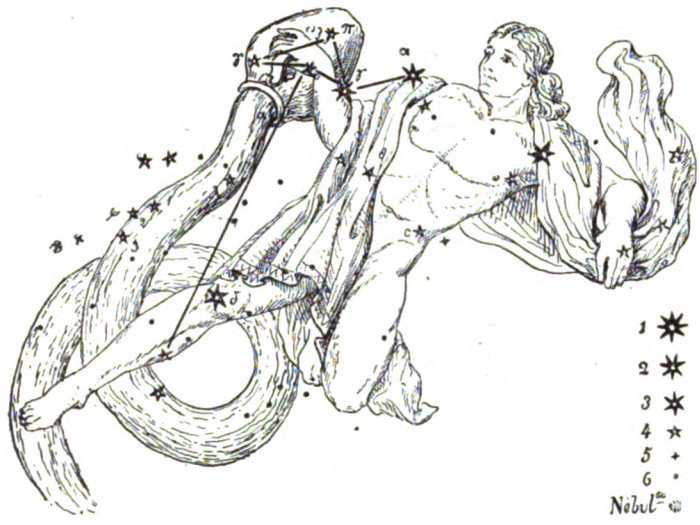


Fig. 5. — Le Verseau.

(1) Voir l'article de M. COUTURIER dans *la Science Moderne* de septembre 1924.

Digitized by Google

pour le commerce, l'industrie, la banque, l'enseignement, de cette non-coïncidence des mêmes dates et des mêmes jours résultent divers inconvénients, que d'ailleurs l'on a peut-être trop tendance à exagérer. Cependant, devant des vœux émis par divers groupements, on s'est préoccupé de rendre le calendrier *perpétuel*, c'est-à-dire de le modifier de telle façon, que les jours de la semaine se reproduisent toujours aux mêmes quantièmes des mois, que l'année soit commune ou bissextile ; mais, sur la façon d'opérer, on n'est d'accord ni dans le principe, ni dans le détail.

Le premier projet, le plus simple *a priori* et qui, au Congrès de l'Union astronomique en 1922, a compté le plus de partisans, consiste à introduire dans le calendrier un jour hors semaine, c'est-à-dire à décider que le dernier jour de l'année, par exemple, ne portera pas de nom ; les années bissextiles comprendraient deux jours blancs de cette sorte. Ainsi, si une année, supposée commune, a commencé un dimanche, l'année suivante commencera aussi par un dimanche, lequel, toutefois, sera le surlendemain du samedi. Ce principe admis, il reste à distribuer les mois de manière à obtenir un calendrier perpétuel, ce qui pourrait se faire en partageant les 364 jours de l'année (le ou les jours blancs étant toujours laissés de côté) en quatre trimestres égaux, de 91 jours, distribués chacun en deux mois de 30 jours et un mois de 31. Si l'on veut, janvier et février auraient 30 jours, mars 31, et ainsi de suite. On voit que ce calendrier, tout en répondant aux desiderata exprimés, dérangerait assez peu les habitudes anciennes. Toutefois, les Américains, moins attachés que nous au passé et pour cause, se déclarent partisans d'une division en treize mois de 28 jours chacun, faisant ressortir l'avantage que présenteraient des mois toujours égaux et composés d'exactement quatre semaines ; le bouleversement, semble-t-il, contrarierait violemment nos coutumes, et obligerait à abandonner les semestres et trimestres, ces sous-multiples de l'année, dont l'utilité pratique est incontestable ; aussi la première proposition paraît-elle généralement préférée, du moins par ceux qui admettent les jours hors semaine.

Car ce projet, malgré sa simplicité, n'a pas recueilli l'unanimité des suffrages, et l'idée d'une rupture dans la semaine rencontre de nombreux opposants, non seulement dans les milieux ecclésiastiques qui ne lui sont pas en général favorables, mais aussi parmi les astronomes, comme en fait foi un vote récent, hostile aux jours hors semaine, émis par le Bureau des Longitudes de Paris. A ceux-là, pourrait donner satisfaction le calendrier étudié en 1912, par M. Searle, où l'année serait de 364 jours, 52 semaines exactement, réparties en mois de la façon que l'on voudrait, mais où, tous les cinq ans, on compterait une année exceptionnelle de 53 semaines, de sorte qu'au lieu d'un calendrier à jour intercalaire, comme dans le Grégorien et le projet précédent, on aurait un calendrier à semaine intercalaire, ce qui, par conséquent, ne porterait aucune atteinte à la continuité de la semaine, et n'amènerait au fond dans nos habitudes qu'un changement assez peu sensible, peut-être même accueilli avec joie par certains, car si, cette semaine supplémentaire est placée entre le 31 décembre et le 1er janvier, elle aura pour effet, tous les cinq ans, de prolonger de sept jours la durée des vacances du jour de l'an.

En résumé, on hésite, on est encore loin d'une solution ; et, tout compte fait, on en vient à se demander si le changement projeté est vraiment nécessaire, et si les inconvénients que l'on se plaît à signaler sont suffisants pour justifier une réforme, malgré tout, assez considérable et qui, avouons-le aussi, imposerait à notre calendrier une plate monotonie, entièrement dénuée de poésie. Sommes-nous donc tellement gênés parce que les mêmes jours de la semaine ne correspondent pas aux mêmes dates du mois? Cette coexistence de deux séries indépendantes l'une de l'autre n'est-elle pas, au contraire, souvent précieuse et combien de fois l'indication du jour ne corrige-t-elle pas ou ne confirme-t-elle pas celle du quantième? Si c'est avec sympathie que nous accueillerons, tout accord sur la fixation de Pâques, réforme certainement et immédiatement utile, ne nous hâtons pas d'applaudir à des projets qui, pour des raisons dont l'intérêt n'est peut-être pas absolument évident, bouleverseraient de fond en comble un calendrier presque irréprochable, auquel nous attache une tradition de plusieurs siècles.

***

Tout de même, dira-t-on, était-ce pour une besogne à tout prendre si mesquine, qu'a été fondée cette Société des Nations vers laquelle se tournaient tant d'yeux pleins d'espérance? Est-ce à cela que se borneront ses travaux? Voilà les augures du quai Wilson perdus dans d'interminables discussions byzantines qui se demandent sans rire si 2800 sera bissextile ou 2900? Ne nous empressons point de les railler. Ces essais, pour rapprocher le plus possible notre calendrier, forcément inexact puisque humain, de la divine perfection de ses modèles astronomiques, ce chagrin qu'éprouvent les savants à la pensée de laisser subsister encore la plus légère erreur, fût-elle de quelques secondes sur plusieurs siècles, nous semblent se rattacher à une des plus belles préoccupations de notre temps, à ce désir de pureté qui se fait jour dans tant d'autres domaines.

Digitized by Google

Les Accumulateurs de Traction

PAR

Édouard BERT

Ancien élève de l'École Polytechnique.

I. — Introduction.

Nous avons étudié dans un précédent article (1) les véhicules à accumulateurs. Il convient d'insister sur la partie vitale de ces véhicules : les accumulateurs, sur leur constitution, leur entretien, les précautions à prendre pendant leur charge et leur décharge.

Nous étudierons avec quelques détails ces questions, qui sont généralement peu connues des usagers, au grand dommage de leurs batteries.

II. — L'accumulateur au plomb.

Le principe même de l'accumulateur est le suivant :

Plongeons deux lames de plomb dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique et relions chacune de ces lames à un pôle d'un générateur d'électricité de voltage un peu supérieur à 2 volts.

Le courant passera d'une lame de plomb à l'autre en traversant le liquide (dit *électrolyte*) dont l'eau sera décomposée en hydrogène et en oxygène. L'hydrogène se dégagera sur la lame reliée au pôle négatif (que nous appellerons désormais *électrode négative*) et l'oxygène sur l'*électrode positive*.

Mais ce dégagement ne se produit pas immédiatement : pendant quelques instants les gaz sont absorbés par la surface des électrodes et en modifient la constitution.

Séparons maintenant les électrodes du générateur et relions-les à un voltmètre : il indiquera un voltage de 2 volts environ ; relions les électrodes par un fil métallique (fig 1) : il y passera un courant qui ira, pendant un temps très court, de l'électrode positive à l'électrode négative.

Nous pouvons recommencer indéfiniment ce cycle d'opérations : notre appareil n'est autre chose qu'un *accumulateur*, mais il n'emmagasine qu'une faible quantité d'électricité. On remarque d'ailleurs que cette quantité d'électricité emmagasinée augmente avec l'usage ; on dit que l'accumulateur *se forme*. Les dégagements de gaz modifient de plus en plus profondément la structure des plaques de plomb, suivant des réactions que nous ne détaillerons pas, car elles sont assez complexes et d'ailleurs sujettes à controverse. Indiquons seulement qu'en fin de charge les négatives sont recouvertes de plomb finement divisé d'un gris métallique, et les positives d'oxydes de plomb très riches en oxygène, de couleur brun foncé.

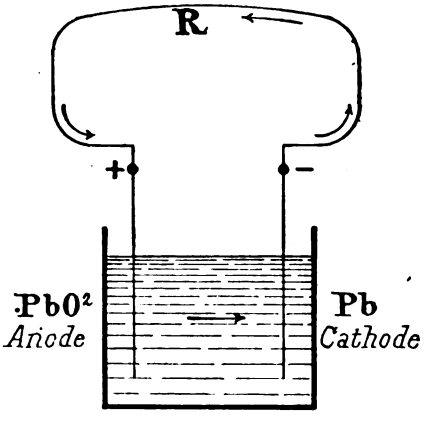


Fig. 1. — Schéma de la décharge d'un accumulateur. R, résistance.

Cette expérience fut faite pour la première fois par Planté en 1859.

FORMATION. — En employant des électrodes de formes spéciales à grande surface de contact avec l'électrolyte, que l'on soumet à une longue série de charges et de décharges successives (*formation*), on arrive à emmagasiner des quantités d'électricité considérables. On obtient ainsi les *accumulateurs à formation naturelle*, type Planté.

Mais cette *formation* est longue et coûteuse, et on l'a presque complètement abandonnée pour la *formation naturelle* inventée par Faure (1880).

Chaque plaque est constituée par un grillage de plomb dans les alvéoles duquel on a fixé des pastilles de *matière active* à base d'oxydes de plomb (fig. 2).

Il suffit alors d'une seule charge, donnée dans des conditions convenables et suffisamment prolongée, pour former l'accumulateur.

Dans les deux cas, pour augmenter la surface des plaques sans être amené à des dimensions exagérées on emploie non pas une seule plaque positive, mais plusieurs plaques soudées ensemble, chacune d'elles étant placée entre deux plaques négatives; toutes les négatives sont également soudées ensemble. Des

(1) *La Science Moderne*, janvier 1928, pp. 8-13.

Digitized by Google

séparateurs de formes diverses évitent tout contact des plaques entre elles.

Les bacs sont en verre ; des dispositifs divers maintiennent les plaques à une certaine distance du fond, pour éviter que les matières actives détachées ne mettent les plaques en court-circuit en s'accumulant au fond (fig. 3).

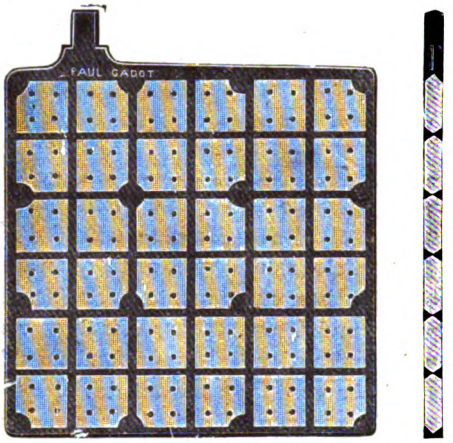


Fig. 2. — Plaque Gadot empâtée. (A gauche, vue de face ; à droite, profil de la coupe.)

CARACTÉRISTIQUES. — L'appareil ainsi constitué porte le nom d'*élément d'accumulateur* ; il est caractérisé par son *voltage* et par sa *capacité*.

Le voltage varie, pendant la charge, de 2 volts à 2 volts 7, à mesure que la charge s'effectue. Mais si on interrompt le courant de charge, le voltage ne tarde pas à retomber à 2 volts 1 ou 2 volts 2, *même si l'accumulateur est complètement chargé*.

Pendant la décharge, le voltage tombe rapidement à 2 volts, reste stationnaire pendant assez longtemps, puis baisse très vite et il faut avoir soin d'arrêter la décharge lorsqu'il atteint 1 volt 8 ou 1 volt 7 sous peine de détérioration grave. Dès que l'élément ne débite plus, le voltage remonte peu à peu à 2 volts, *même s'il est déchargé* ; s'il est détérioré, naturellement, le voltage reste inférieur à 2 volts.

La *capacité* est la *quantité d'électricité* que l'élément peut fournir après une charge complète. On l'exprime en *ampères-heures*. Dire qu'un élément a une capacité de 50 ampères-heures, par exemple, signifie qu'il peut fournir un courant de 10 ampères pendant cinq heures, ou 5 ampères pendant dix heures, ou 2 ampères pendant vingt-cinq heures, etc... (le produit de l'intensité par le nombre d'heures étant égal à 50).

La densité de l'électrolyte varie pendant la charge et la décharge : elle est de 20 ou 21° Baumé en fin de décharge, de 28 à 30° Baumé en fin de charge. Ces valeurs varient un peu avec les constructeurs et correspondent à des appareils en bon état ; elles baissent considérablement s'il y a détérioration.

DÉCHARGE. — On n'est pas absolument maître de la décharge, puisqu'elle doit se plier aux exigences de l'utilisation ; tout ce que l'on peut faire, c'est éviter que l'intensité débitée ne dépasse la valeur maximum au delà de laquelle il y a détérioration. Et encore pour la traction et le démarrage des moteurs à explosion est-on obligé d'admettre de fortes intensités au cours des démarrages, dont la durée, d'ailleurs, est toujours courte.

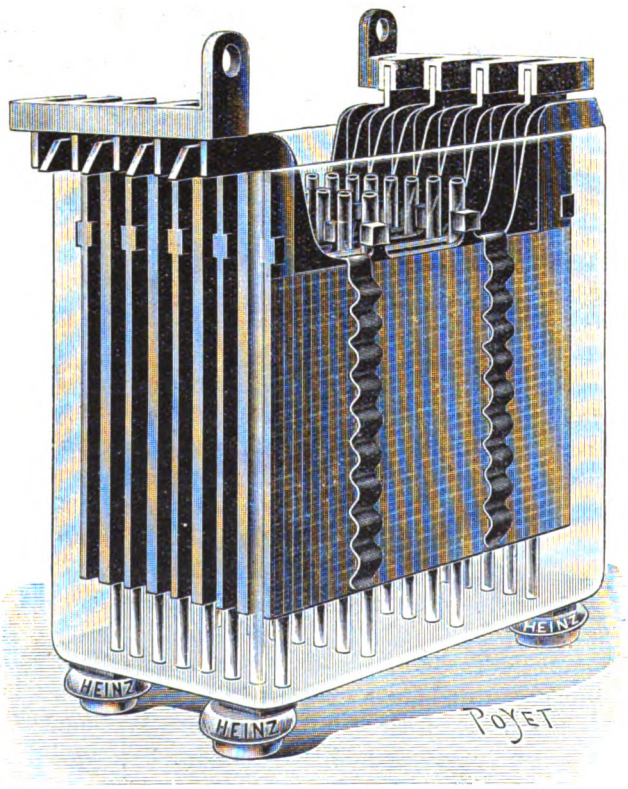


Fig. 3. — Élément à poste fixe, bac en verre (type Heinz).

CHARGE. — On peut, au contraire, diriger la charge à son gré, et on doit en profiter pour remettre en état les éléments qui souffrent toujours plus ou moins de décharges rapides.

La charge doit se faire sans délai dès que la batterie est déchargée, sous peine de sulfatation.

Elle doit se faire lentement ; sa durée normale est de neuf heures, et il ne faut pas chercher à diminuer cette durée sauf pour de rares cas de nécessité absolue. La dernière partie de la charge, surtout, doit se faire à faible intensité. La fin de la charge est indiquée par un bouillonnement continu dû au dégagement des gaz sur les électrodes.

Digitized by Google

Enfin, il est bon de faire fréquemment une *surcharge*, c'est-à-dire de prolonger pendant plusieurs heures la charge, mais à intensité tout à fait faible : le lent dégagement de gaz sur les électrodes remet en état celles qui sont sulfatées.

Les valeurs de l'intensité au début et à la fin de la charge et pendant les surcharges sont données par les constructeurs ; on doit s'y conformer strictement.

SULFATATION. — La détérioration habituelle est la *sulfatation* : l'acide sulfurique de l'électrolyte se fixe sur les plaques et les recouvre de sulfate de plomb blanc insoluble. Ce sulfate n'est plus modifié pendant la charge, c'est autant de matière active inutilisable, et la capacité en est diminuée. En même temps que la coloration blanche des plaques on constate que la densité de l'électrolyte baisse, puisqu'il s'appauvrit en acide.

Cependant, ce sulfate finit par être dissocié par les gaz hydrogène et oxygène au cours des surcharges dont nous avons parlé au paragraphe précédent ; il se transforme peu à peu en matière active ; les plaques perdent leur couleur blanche et la densité de l'électrolyte reprend sa valeur normale.

Les courants de charge et surtout de décharge trop intenses non seulement causent la sulfatation, mais encore produisent de brusques variations de volume de la matière active des positives (*foisonnement*) qui la désagrègent et la détachent des plaques.

ENTRETIEN. — En dehors des soins de propreté extérieure (essuyage des bacs et des connexions) l'entretien consiste essentiellement à maintenir le niveau du liquide au-dessus de la partie supérieure des plaques, à la hauteur fixée par le constructeur. L'oubli de cette prescription entraîne la sulfatation de toute la partie des négatives exposée à l'air.

Il faut s'astreindre à n'*ajouter que de l'eau distillée ou de l'eau de pluie*, car les sels dissous dans l'eau ordinaire neutralisent en partie l'acide et produisent sur les plaques des réactions fâcheuses.

On ne doit pas ajouter d'eau acidulée, puisque la perte de liquide n'est due qu'à l'évaporation ou à la décomposition par le courant : dans les deux cas, c'est l'eau qui disparaît et non l'acide. Et, surtout, si la densité a baissé par suite de sulfatation, il est désastreux de tenter de la ramener à la normale par addition d'eau acidulée : l'acide qui manque à l'électrolyte est fixé sur les plaques et celui qu'on ajoute ne tarde pas à en faire autant. Ce n'est qu'après une longue surcharge à faible intensité, lorsqu'on est sûr que la sulfatation éventuelle a disparu, que l'on est en droit de ramener, si c'est encore nécessaire, la densité à la valeur normale.

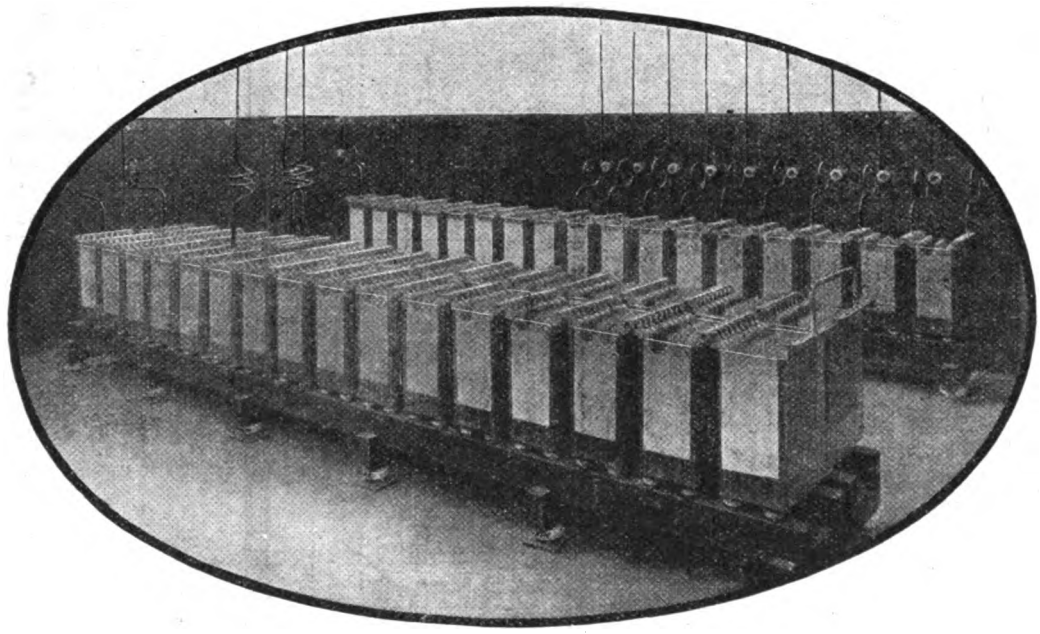


Fig. 4. — Batterie stationnaire, bacs en verre (S. A. E.)

BATTERIES. — Chaque élément ne fournit que 2 volts environ. Comme les applications nécessitent des voltages bien supérieurs, on réunit plusieurs éléments en *série*, c'est-à-dire que le pôle négatif du premier est relié au pôle positif du suivant, et ainsi de suite jusqu'au dernier (fig. 4). Le pôle positif du premier et le pôle négatif du dernier constituent les 2 pôles de la *batterie* ainsi formée dont *le voltage est la somme des voltages des éléments* ; ce sera 72 à 110 volts pour 40 éléments, 144 à 220 volts pour 80 éléments, etc...

Mais *les intensités maxima de charge et de décharge*

Digitized by Google

sont les mêmes que pour un seul élément, puisque le courant traverse successivement chaque élément et a partout la même intensité.

De même *la capacité est la même que celle d'un seul élément*. En effet si elle est de 200 ampères-heures par élément, cela signifie que chaque élément peut fournir 20 ampères pendant dix heures, par exemple. Au bout de ce temps, la batterie sera déchargée, puisque chaque élément le sera, et elle aura été parcourue elle aussi par 20 ampères pendant dix heures ; sa capacité sera donc 200 ampères-heures comme chaque élément.

Le fait d'employer plusieurs éléments groupés en batterie, s'il n'augmente pas la capacité, augmente naturellement l'énergie électrique emmagasinée. Dans le cas étudié, une batterie de 100 volts débitant 20 ampères pourra fournir $100 \times 20 = 2\,000$ watts pendant dix heures, c'est-à-dire 20.000 watts-heures, tandis qu'un élément ne fournit que 2 volts et 20 ampères pendant dix heures, c'est-à-dire $2 \times 20 \times 10 = 400$ watts-heures.

ENTRETIEN. — En plus de l'entretien déjà indiqué pour chaque élément, il faut débarrasser de l'eau acidulée qui tend à les recouvrir les connexions entre éléments et, lorsqu'elles ne sont pas soudées à l'autogène, les préserver de l'oxydation par un léger graissage.

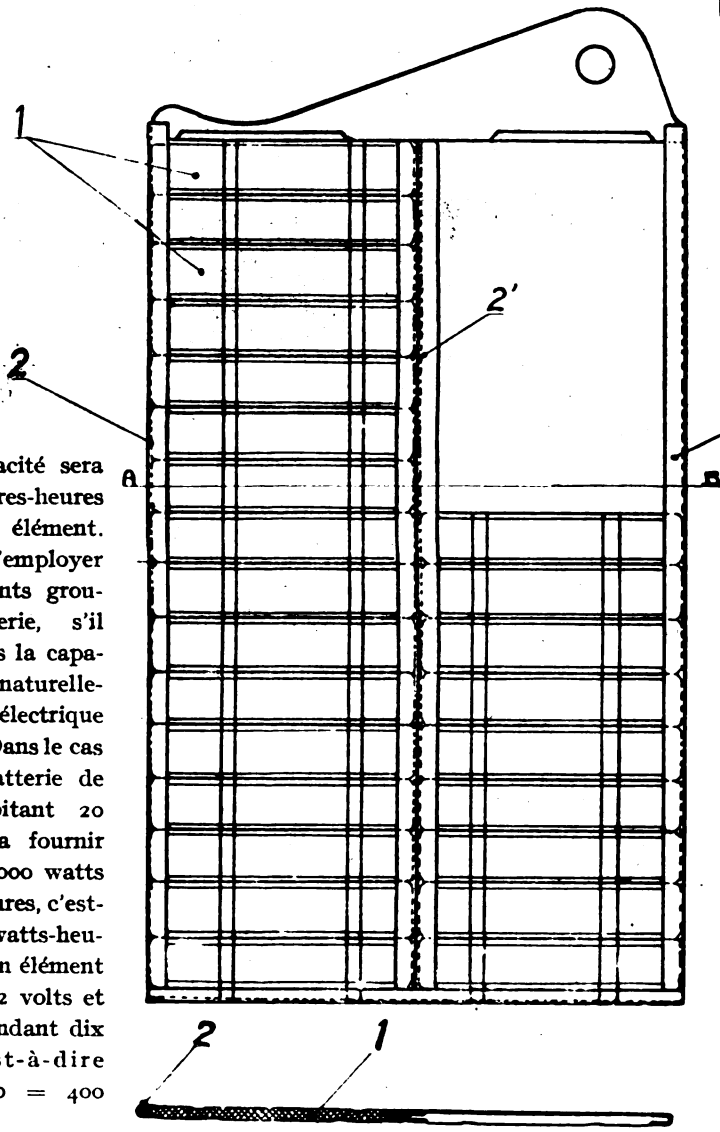


Fig. 5. — Électrode ou plaque S. A. F. T. (En haut, vue de face ; en bas, profil de la coupe). 2, bords rabattus à la presse hydraulique, sertissant les deux rangées de pochettes de matière active, en tôle d'acier perforée très mince.

III. — L'accumulateur alcalin fer-nickel.

L'accumulateur alcalin fer-nickel date du début de ce siècle ; les premières découvertes remontent aux Français Darrieus (1893) et Kriéger (1898), et les premiers brevets, au Suédois Jungner (1902) et à l'Américain Edison (1901).

Ces accumulateurs reposent sur un principe tout à fait différent qui leur confère une robustesse exceptionnelle :

Les plaques positives, en acier nickelé, supportent des pochettes de même métal, percées de trous très fins et contenant de l'oxyde de nickel. Les plaques négatives, construites de la même manière, contiennent dans leurs pochettes du fer finement divisé.

L'électrolyte est une solution de potasse caustique à 23 ou 27 p. 100.

Pendant la charge l'eau de la solution est décomposée : l'hydrogène se porte sur les négatives et réduit les oxydes de fer en donnant du fer métallique ; l'oxygène se porte sur les positives et donne des oxydes de nickel complexes.

Les phénomènes inverses se passent pendant la décharge : le fer des négatives s'oxyde et les oxydes de nickel des positives sont partiellement réduits.

La Société des Accumulateurs fixes et de Traction (S. A. F. T.) est la seule qui fabrique en France (depuis 1920) des accumulateurs alcalins ; nous n'étudierons que ces derniers.

La figure 5 montre nettement le mode de fixation des pochettes sur les plaques, et la figure 6 le montage des plaques dans les bacs en tôle d'acier nickelé. Des pièces d'ébonite séparent les plaques et les isolent des parois métalliques.

On voit à la partie supérieure de l'élément le couvercle, soudé à l'autogène, traversé par les deux bornes et portant un orifice de remplissage et de visite fermé par un clapet.

Digitized by Google

CARACTÉRISTIQUES. — Ces éléments fournissent à la décharge un voltage de 1 volt 4, qui baisse jusqu'à 1 volt 1 en fin de décharge.

Pendant la charge, le voltage croît de 1 volt 4 à 1 volt 8.

L'entretien consiste à veiller à la propreté des bacs et des connexions, à graisser celles-ci à la vaseline neutre et à maintenir le niveau du liquide au-dessus des plaques en y ajoutant de l'eau distillée. Cependant, comme nous le verrons, le défaut même d'entretien ne cause pas de détérioration définitive.

Les éléments se groupent en série pour constituer des *batteries* du voltage voulu.

Les *avantages de l'accumulateur fer-nickel* sont nombreux ; citons parmi les principaux :

La construction complète en acier et le fait que la matière active est enfermée dans des pochettes d'acier rendent impossible la détérioration par les trépidations et les chocs et la désagrégation de la matière active par les décharges trop intenses.

La nature de la matière active et de l'électrolyte permet de décharger l'élément à forte intensité, de le décharger jusqu'à ce que son voltage tombe à o, de le laisser pendant longtemps complètement déchargé, de laisser l'électrolyte disparaître partiellement ou complètement, même pendant de longues périodes sans qu'il en résulte une détérioration définitive. Il suffit de remplir à nouveau l'élément et de lui faire subir une charge prolongée pour le remettre en état.

Ce sont, comme on le voit, de sérieux avantages sur les accumulateurs au plomb.

Par contre, la résistance intérieure de l'accumulateur alcalin est plus grande, ce qui ne lui permet pas de fournir des courants aussi intenses (en revanche, il ne risque pas de se détériorer même s'il débite en court-circuit). Le voltage des éléments étant plus faible, il faut en grouper un plus grand nombre pour obtenir le voltage voulu ; la capacité étant plus faible à dimensions égales, on doit augmenter l'encombrement.

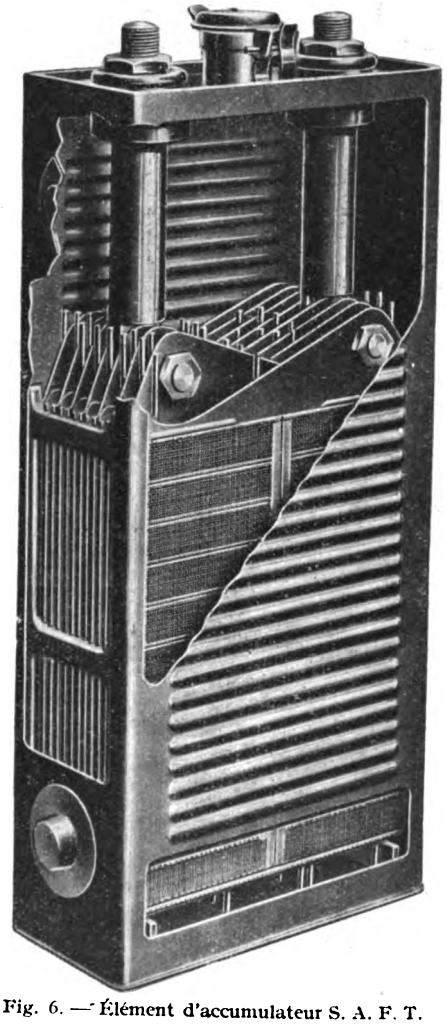


Fig. 6. — Élément d'accumulateur S. A. F. T.

On voit donc que la batterie fer-nickel présente de sérieux avantages, toutes les fois que le poids et l'encombrement n'entrent pas en ligne de compte : batteries stationnaires, locomotives électriques, équipement électrique des wagons... et lorsqu'on ne veut pas employer de personnel spécialisé pour la conduite et l'entretien, quitte à avoir des batteries plus encombrantes et plus lourdes : véhicules circulant sur routes, chariots d'atelier....

IV. — Les accumulateurs de traction.

Les accumulateurs montés sur les véhicules électriques sont soumis à des causes de détérioration auxquelles ne résisteraient pas des accumulateurs ordinaires.

D'une part, les trépidations et les chocs leur seraient funestes et on doit employer des bacs en ébonite ou en matière moulée spéciale fermés par un couvercle luté muni d'un bouchon spécial et serrer en bloc compact des plaques construites avec le plus grand soin. D'autre part, pour éviter que les courants de démarrage très intenses en faisant *foisonner* les positives ne les désagrégent, il a fallu soigner particulièrement le mode de fixation de la matière active. Enfin des considérations d'encombrement obligent à réduire au minimum l'épaisseur des plaques et le volume de l'électrolyte.

Toutes ces difficultés ont retardé jusqu'à nos jours le développement des véhicules à accumulateurs.

La plupart des constructeurs se sont efforcés de vaincre ces obstacles par des procédés très ingénieux. Ne pouvant les étudier tous, nous nous bornerons à en citer quelques-uns parmi les plus typiques.

ACCUMULATEUR T. E. M. (Société pour le Travail Electrique des Métaux). — Les plaques sont maintenues à une distance considérable du fond du bac par des tasseaux très élevés ; on évite ainsi les courts-circuits que pourrait produire la chute de matière active. D'autre part, le couvercle est placé à une grande distance de la partie supérieure des plaques,

Digitized by Google

ce qui permet d'avoir un fort excès d'électrolyte et de réduire les visites d'entretien. Les séparateurs sont en bois traité spécialement. Les connexions entre éléments sont inattaquables et démontables à la main.

Ces accumulateurs fournissent, suivant le type, de 17 à 23 watts-heures par kilogramme d'élément.

ACCUMULATEUR SLEM. — Chaque plaque positive est complètement enveloppée par deux séparateurs plats en ébonite finement perforés, soudés à un cadre d'ébonite entourant la plaque. La matière active peut ainsi foisonner sans se détacher.

ACCUMULATEUR TUDOR-IRONCLAD (du mot anglais « Ironclad » : cuirassé). — Les plaques positives sont constituées par des tiges de plomb verticales, munies de prolongements latéraux (*épines*), soudées par le haut et par le bas à deux barres de plomb horizontales.

Chaque *épine* est entourée d'un tube d'ébonite, muni de fentes très ténues. La matière active est placée dans ces tubes dont les fentes sont assez fines pour la retenir tout en laissant passer l'électrolyte (fig. 7).

Les séparateurs sont en bois spécialement traité.

ACCUMULATEURS FER-NICKEL. — Les accumulateurs fer-nickel S. A. F. T. ont été construits pour convenir aussi bien à la traction qu'aux postes fixes, et on les monte la plupart du temps, sans aucune modification sur les véhicules ou locomotives.

Cependant, la maison S. A. F. T. fabrique un type spécial d'éléments (type L) pour les véhicules qui demandent de forts courants de démarrage. Les éléments L ont une résistance intérieure plus faible que les éléments ordinaires. Ils sont plus lourds, mais donnent néanmoins 19 watts-heures par kilogramme de batterie.

Fig. 7. — Accumulateur Tudor-Ironclad (paroi antérieure coupée en partie).

V. — *Les postes de charge.*

Les accumulateurs en service sur les véhicules sont chargés dans des postes de charge publics ou privés.

Un poste de charge comprend essentiellement une génératrice à courant continu et des appareils de régularisation et de surveillance.

Les génératrices sont soit des dynamos mues par une machine à vapeur, un moteur à explosion ou une turbine hydraulique, soit le plus souvent des machines transformant en courant continu le courant alternatif du secteur : moteur alternatif actionnant une dynamo (groupe convertisseur) ou redresseur à vapeur de mercure.

Les appareils de surveillance consistent en voltmètres, ampèremètres et rhéostats (résistances variables) montés sur un tableau. Ces appareils sont surveillés ou manœuvrés par un électricien dans les postes ordinaires, mais les postes de charge les plus perfectionnés sont munis de dispositifs automatiques qui ramènent l'intensité à la valeur nécessaire en fin de charge et coupent le courant lorsque la charge est terminée.

D'autre part, lorsqu'on veut profiter des conditions avantageuses auxquelles les compagnies d'électricité cèdent le courant aux « heures creuses » de la nuit et du milieu du jour, ces compagnies montent des dispositifs d'horlogerie qui ne donnent la disposition du courant qu'aux heures qu'elles fixent.

Avec ces appareils automatiques la charge, qui était autrefois considérée comme une opération ennuyeuse en raison de sa longueur (neuf heures environ) et de la surveillance qu'elle exigeait, devient extrêmement simple.

VI. — *Conclusion.*

Cette étude ne répond évidemment pas à toutes les questions que l'on peut poser sur les accumulateurs. Nous avons voulu seulement faire entrevoir la complexité de ces appareils et la nécessité de les ménager et de les entretenir avec soin.

Le lecteur que ces considérations générales auront engagé à approfondir le sujet trouvera dans les nombreux ouvrages publiés sur ce sujet (1) les précisions qu'il désire. L'usager qui s'inquiétera de faire rendre le maximum à ses batteries le plus longtemps possible, obtiendra du constructeur tous les conseils nécessaires.

Mais nous aurons atteint notre but si nous avons convaincu le lecteur que l'accumulateur, qui est le siège de réactions chimiques complexes, ne peut être traité sans ménagement ni se passer d'entretien, surtout l'accumulateur au plomb. Soignez-le et ne lui demandez que ce qu'il peut fournir, il durera ; négligez-le et soyez trop exigeant, il sera vite hors d'usage.

(1) *Piles primaires et accumulateurs*, par CH. FERY, CH. CHENEVEAU, G. PAILLARD (J.-B. BAILLIÈRE, éditeurs).

Digitized by Google

La commande par postes d'aiguillages mécaniques des appareils de manœuvre et de sécurité de Chemin de fer (II)

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur des Arts et Métiers.

Appareils de sécurité.

Nous ne nous occuperons que des appareils situés en cabine ou de ceux placés le long des voies, mais reliés directement au poste lui-même et par conséquent en faisant intimement partie.

APPAREILS DE SÉCURITÉ POUR AIGUILLES. — Les aiguilles sont, selon leur disposition et la nature du trafic prise par les convois, en pointe ou en talon. Il est compréhensible (fig. 15) que les roues des véhicules tendent à faire déplacer une aiguille prise en pointe, tandis qu'elles collent au contraire celle prise en talon. Il sera donc nécessaire de prévoir sur chaque aiguille prise en pointe un dispositif de verrouillage assurant d'une façon absolue son blocage.

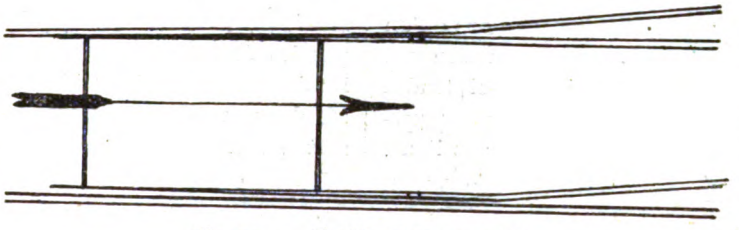


Fig. 15. — Aiguille prise en pointe.

Cet appareil appelé verrou d'aiguille est manœuvré par le même levier que l'aiguille elle-même et il est pour cela relié à sa barre de commande. Il en existe de nombreux modèles. Celui de la figure 16 est construit par la Société des Forges de Persan.

Il consiste en un socle 1 portant des bossages de forme et de longueur appropriées 2, 3, 4, 5. Une barre 6 avec un autre bossage 7 peut se déplacer horizontalement. Elle est entraînée par le tube de transmission venant du poste d'aiguillage.

Dans l'intérieur de cette chape pivotent autour d'axes 10 et 10′ deux cames 11 et 11′. Un couvercle, enlevé sur la figure, empêche le soulèvement de la chape 8 et de la barre 6.

Supposons la barre 6 à fin de course dans le sens de la flèche 12, suivant d'ailleurs la position de la figure, l'aiguille de gauche se trouvera collée et la came 11 coincée entre les bossages 2 et 7. La chape 8 sera de ce fait immobilisée et dans l'impossibilité de revenir en sens inverse de la flèche 12. Tout choc sur l'aiguille et par conséquent sur sa barre de commande, la tringle 9 et la chape 8 n'aura donc aucun effet et l'aiguille sera bien verrouillée.

Si au contraire on déplace la barre 6 dans le sens

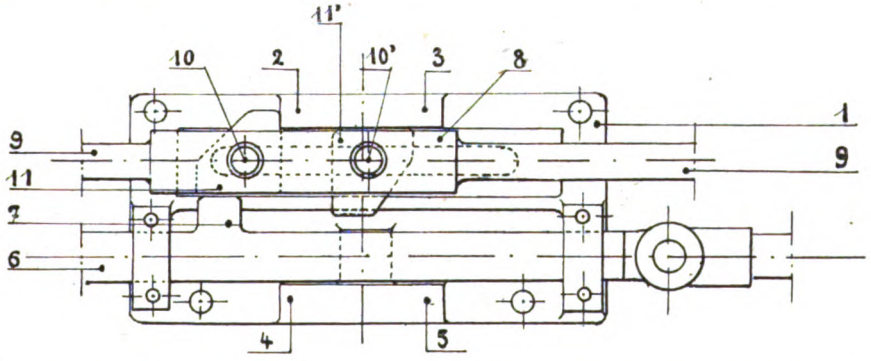


Fig. 16. — Verrou d'aiguille. — 1. Socle. — 2, 3, 4, 5. Bossages du socle. — 6. Barre de commande du verrou. — 7. Bossage sur la barre 6. — 8. Chape de connexion de l'aiguille. — 9. Tringles de connexion de l'aiguille. — 10, 10′. Axes de cames. — 11, 11′. Cames.

Digitized by Google

de la flèche 14, le bossage 7 échappe la came 11 et la libère. Il bute ensuite sur la came 11', l'entraîne ainsi que la chape 8 et toute l'aiguille. Dès que l'axe de la came 11' dépasse le bossage 3, celle-ci tourne autour de son axe et vient à son tour se coincer entre les bossages 3 et 7, comme tout à l'heure la came 11. L'aiguille est à ce moment collée à droite et verrouillée dans sa nouvelle position.

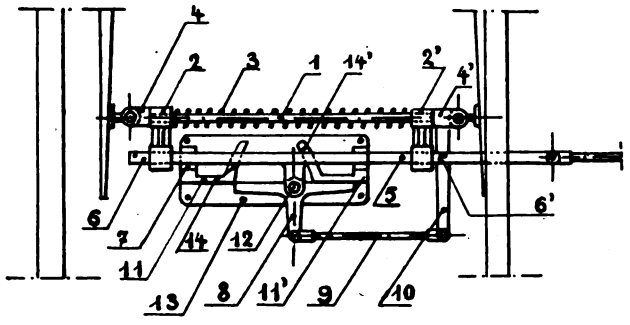


Fig. 17. — Appareil talonnable de commande d'aiguille. — 1. Tringle de connexion. — 2, 2' Manchons. — 3. Ressort. — 4, 4'. Butées de la tringle 1. — 5. Tringle de commande d'aiguille. — 6. 6'. Butées de la tringle 5. — 7. Guides. — 8. Equerre à 3 branches. — 9. Bielle. — 10. Oreille. — 11, 11'. Rebord du bâti. — 12. Axe de l'équerre. — 13. Bâti. — 14, 14'. Rebords circulaires.

AIGUILLES TALONNABLES. — Nous avons vu plus haut qu'un train tendait toujours à coller une aiguille prise en talon. Dans ces conditions supposons qu'un convoi arrivant d'une mauvaise direction s'engage sur une aiguille. Sous le choc reçu celle-ci tendra à se mettre dans la position nécessaire pour permettre le passage du train. De deux choses l'une, comme l'aiguille est solidaire de sa transmission, ou cette dernière cassera, ce qui arrive presque toujours, ou elle résistera et alors le déraillement du convoi deviendra inévitable. Il est d'ailleurs assez rare, sauf pourtant dans les gares de triage par exemple, que de pareils accidents arrivent. On a cependant cherché à les éviter, particulièrement en Allemagne, en rendant les aiguilles talonnables. Une aiguille ainsi équipée peut, étant prise par le talon tout en n'étant pas disposée dans la position convenable, se déplacer sous la simple action d'un véhicule, sans aucun danger pour sa transmission et revenir à sa position primitive après le passage de celui-ci.

Nous avons représenté (fig. 17) un appareil de ce genre construit par les établissements Saxby. Une tringle 1 relie les deux lames de l'aiguille, et sur elle sont disposés deux manchons glissants 2 et 2' qu'un fort ressort 3 monté sous tension repousse constamment contre les butées 4 et 4' de la tringle de connexion. Les manchons 2 et 2' sont traversés par une deuxième tringle 5 reliée à la transmission de commande. Cette tringle porte deux autres butées

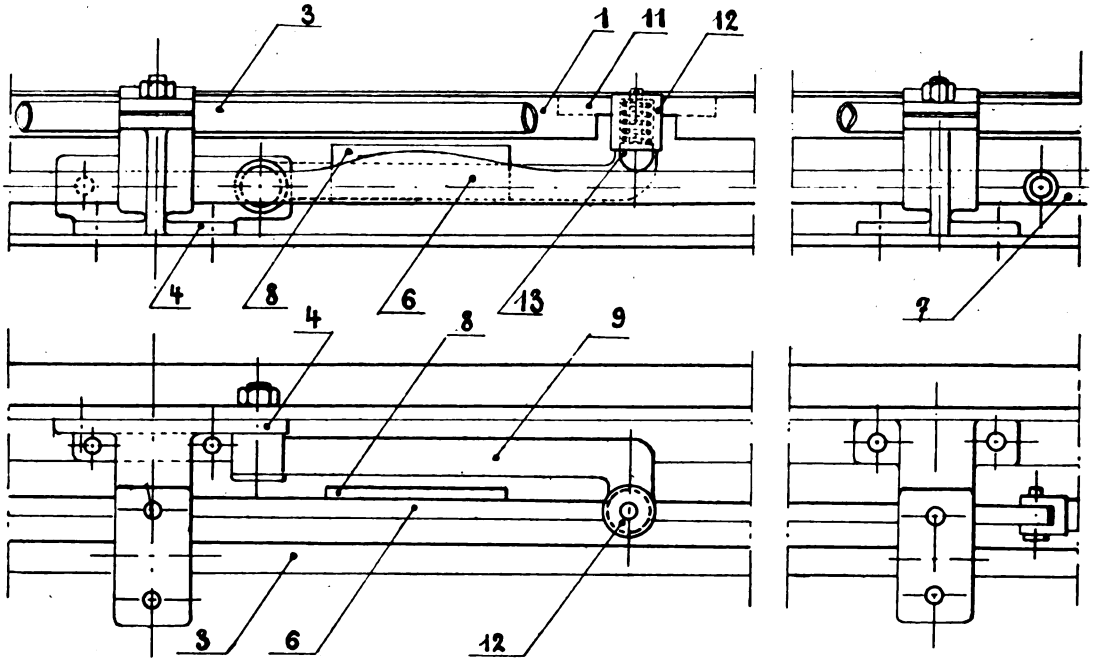


Fig. 18. — Pédale mécanique. Elévation et plan. — 1. Cornière. — 2. Pattes. — 3. Tube d'oscillation de la pédale. — 4. Chaises supportant le tube. — 5. Contrepoids. — 6. Rampe. — 7. Tube relié à la transmission et au levier d'aiguille. — 8. Arrêtoir. — 9. Levier oscillant. — 10. Axe du levier. — 11. Tasseau. — 12. Tête du levier. — 13. Poussoir. — 14. Ressort du poussoir.

Digitized by Google

6 et 6′ extérieures à 2 et 2′. Enfin elle glisse dans deux guides fixes 7 et porte une équerre à trois branches 8. L'une des branches est reliée par la bielle 9 à une oreille 10 de la tringle de connexion et les deux autres qui sont en prolongement l'une de l'autre peuvent glisser longitudinalement sur les deux rebords 11 et 11′ du bâti 13.

Le pivotement de l'équerre 8 est possible aux deux positions extrêmes de l'aiguille parce qu'elle se trouve alors placée de telle façon que l'un ou l'autre de ses bras est concentrique à l'un des rebords circulaires 14 et 14′. La longueur du bras étant justement celle du rayon de l'arc, son extrémité parcourt ce dernier en même temps que l'extrémité de l'autre bras s'éloigne du bâti.

Quand on manœuvre la tringle 5, la pression de la butée 6′ sur le manchon 2′ est transmise par le ressort 3 au manchon 2 puis à la tête 4 de la tringle de connexion et l'aiguille obéit à la commande parce que la pression du ressort étant supérieure à l'effort nécessaire pour la manœuvre de l'aiguille, le ressort ne se comprime pas. Pendant ce mouvement l'équerre 8 appuyant sur les rebords 11 et 11′ du bâti ne peut tourner ; le système articulé formé par la tringle 5, l'équerre 8, la bielle 9 et l'oreille 10 devient rigide et solidarise par suite la tringle de manœuvre et la tringle de connexion. L'aiguille fonctionne donc comme si l'appareil n'existait pas.

Voyons maintenant ce qui se passe pendant le talonnage, l'aiguille tendant à abandonner la position de la figure pour se déplacer vers la gauche.

La tringle de connexion entraînée par l'aiguille appuie sur le manchon 2′ qui comprime le ressort 3, lequel tend alors à faire marcher le manchon 2 mais ne peut y parvenir parce que la butée 6 de la tringle de connexion 5 qui est reliée au levier ne peut se déplacer. L'axe 12 de l'équerre 8 n'ayant pas bougé, celle-ci pivote sous l'action de la tringle 9, sa branche pénètre dans l'arc de cercle 17 du bâti et cale la tringle 5 qu'elle soustrait à tout effort. Dès que le train a abandonné l'aiguille, le ressort se détend et ramène tout le système à sa position initiale.

La manœuvre et le talonnage dans le sens opposé s'effectuent naturellement d'une façon analogue.

PÉDALES MÉCANIQUES. — Lorsqu'un convoi est engagé sur une aiguille, il est compréhensible que la manœuvre de celle-ci dirigerait une partie du convoi dans une direction, l'autre continuant dans la direction primitive et entraînerait inévitablement un déraillement.

Pour empêcher la possibilité de cette fausse manœuvre, on place aux aiguillages un appareil appelé pédale d'une longueur telle (13 mètres en général) que l'on ait toujours un des essieux des véhicules composant l'un quelconque des trains circulant sur cette partie du réseau, engagé sur la pédale. Il suffit pour cela que la longueur de cette dernière soit supérieure à la distance entre essieux des wagons les plus longs.

Les figures 18 et 19 représentent respectivement une élévation, un plan et une coupe d'une pédale brevetée par la Société des Forges de Persan. Elle se compose :

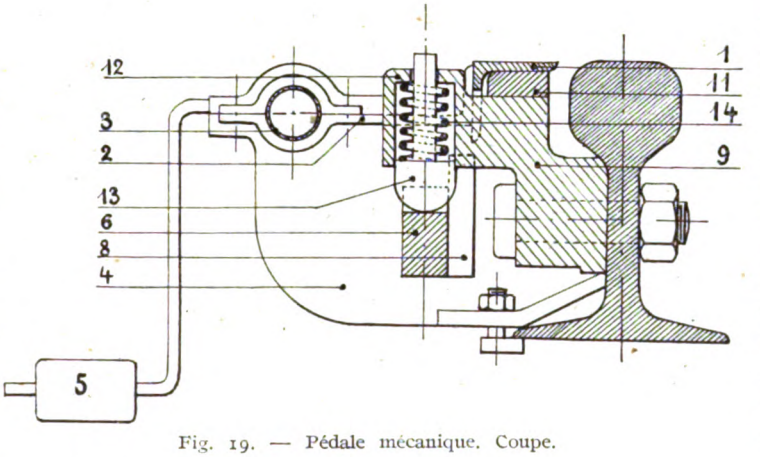


Fig. 19. — Pédale mécanique. Coupe.

a. D'une cornière 1 placée à la hauteur du rail. Sur cette cornière sont rivées des pattes 2 fixées sur un tube 3 pouvant tourner dans des paliers supportés par des chaises 4 boulonnées sur le rail.

La cornière 1 est équilibrée soigneusement par des contrepoids 5 calculés de telle façon que la cornière revienne toujours au niveau du rail ;

b. D'une rampe 6 reliée par un tube 7 à la transmission rigide commandant l'aiguille. Sur cette rampe est fixé un arrêtoir 8 constituant pièce d'enclenchement ;

c. D'un levier 9 oscillant autour d'un axe horizontal 10 placé sous la cornière et appuyant sur celle-ci par un tasseau 11. Le levier 9 porte à son extrémité une tête 12 dans laquelle peut se déplacer un poussoir 13 maintenu par un ressort à boudin 14 logé à l'intérieur de la tête 12. La hauteur du poussoir 13 est calculée de telle façon qu'en temps normal l'arrêtoir 8 puisse passer librement.

FONCTIONNEMENT. — Lorsque la voie est libre si l'aiguilleur manœuvre son levier il tire sur le tube 7 qui entraîne dans son mouvement la rampe 6 et l'amène sous le poussoir 13. Le ressort 14 étant suffisamment résistant pour ne pas fléchir sous le poids de la pédale seule et aucun obstacle n'appuyant sur celle-ci, le poussoir 13 monte sur la rampe 6,

Digitized by Google

le levier 9 tourne autour de son axe et la tête 12 soulève la pédale et laisse passer l'arrêtoir 8.

L'aiguilleur peut donc faire librement sa manœuvre.

Si par contre une roue de véhicule est engagée sur la pédale et s'oppose à sa levée le poussoir 13 sous la poussée de la rampe 6 comprime son ressort et rentre dans la tête 12. Le levier 9 ne tourne plus cette fois et l'arrêtoir 8 bute sur la tête 12 empêchant ainsi la manœuvre de l'aiguille.

CONTROLE IMPÉRATIF. — Dans le fonctionnement du poste nous avons expliqué qu'un levier ne pouvait être manœuvré que lorsque tous les enclenchements dont il dépendait étaient annulés. En principe, on devrait donc uniquement par le gril avoir une sécurité parfaite. Il n'en est malheureusement pas toujours ainsi. En effet pour libérer un gril il suffit de manœuvrer, naturellement en temps voulu, tous les leviers dont il dépend. Mais d'avoir manœuvré ces leviers ne signifie pas forcément que l'on ait manœuvré également les appareils auxquels ils sont reliés. Il se peut en effet pour une cause quelconque, pierre calant une aiguille par exemple, que l'appareil n'ait pas obéi à son levier.

Pour avoir une sécurité complète on a donc cherché un système permettant de répéter en cabine les mouvements des appareils situés sur les voies et cela de telle façon que l'aiguilleur puisse être absolument certain d'avoir bien exécuté complètement sa manœuvre. C'est ce que l'on a appelé le contrôle impératif.

Il peut être mécanique ou électrique; ce dernier est le seul employé actuellement sur nos grands réseaux.

En principe, toutes les aiguilles en pointe et quelques aiguilles en talon sont contrôlées, de même que tous les signaux importants.

La figure 20 représente un contrôleur pour aiguille en talon. On peut imaginer quantité d'appareils semblables, l'essentiel est d'obtenir un contact lorsque l'aiguille est dans une position et de le couper lorsqu'elle est dans l'autre. La lame 1 de l'aiguille

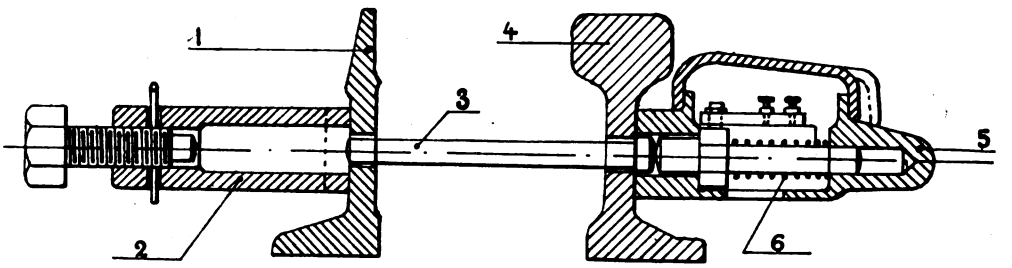


Fig. 20. — Contrôleur d'aiguille. — 1. Came d'aiguille. — 2. Cylindre. — 3. Piston. — 4. Rail. — 5. Boîte de contacts. — 6. Ressort.

porte une espèce de cylindre 2 dans lequel s'engage un piston 3 porté par le rail 4. Sur ce rail se trouve une boîte de contact 5 en circuit avec un relais électrique placé dans la cabine. Lorsqu'on manœuvre l'aiguille le cylindre appuie sur le piston 3 qui agit sur un interrupteur ouvrant ou fermant le circuit dans la boîte de contacts. Une vis goupillée montée sur le fonds du cylindre permet un réglage précis. Un ressort 6 rappelle le piston lorsqu'on ramène l'aiguille dans sa position d'ouverture. On conçoit aisément qu'un appareil correspondant au contrôleur situé dans la cabine pourra enregistrer les diverses positions de l'aiguille ou du signal contrôlé.

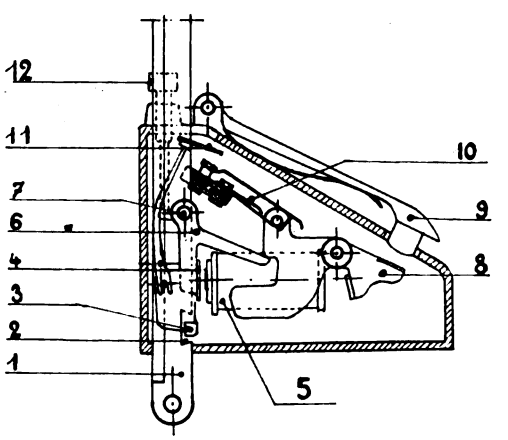


Fig. 21. — Verrou de levier. — 1. Barre d'enclenchement. — 2. Encoche de la barre. — 3. Barrette d'enclenchement. — 4. Palette de l'électro-aimant. — 5. Electro-aimant. — 6. Etrier. — 7. Axe de l'étrier. — 8. Contrepoids de sécurité. — 9. Palette au pied. — 10. Economiseur de courant. — 11. Voyant. — 12. Vis d'annulation.

Pour les aiguilles en talon le contrôleur est monté sur le verrou d'aiguille. Il indique à l'aiguilleur si l'aiguille est ou n'est pas verrouillée. La répétition en cabine de l'ouverture ou de la fermeture des appareils en campagne peut se faire de diverses façons :

Pour les appareils relativement peu importants, on se contente de mettre en communication le circuit de leur contrôleur avec un ronfleur ou une sonnerie. Pour les autres il est relié à un électro-aimant déplaçant un voyant de couleur vive qui reste apparent pendant tout le temps où l'appareil conserve sa position de fermeture.

Digitized by Google

Dans de nombreux cas on ne se contente pas du voyant et l'on équipe certains leviers avec un verrou électrique qui ne permet pas de manœuvrer leur manette tant qu'un appareil contrôlé est fermé.

Ainsi dans l'exemple d'enclenchements que nous avons choisi précédemment si l'aiguille est contrôlée on pourra avoir sur chacun des leviers des signaux S et S' un verrou empêchant la manœuvre de S' en service normal et de S avec les leviers renversés.

Ces verrous sont un peu spéciaux. Celui de la figure 21 est un brevet de la maison Saxby. Il est fixé sur le plancher de la cabine en avant de la table d'enclenchements (voir fig. 3).

Il comprend essentiellement une barre de verrouillage 1 reliée par une bielle verticale au secteur mobile. Cette barre est encochée en deux à l'une ou aux deux extrémités selon le cas. Une barrette 3 formant pièce d'enclenchement peut pénétrer dans cette encoche et bloquer la barre. Cette barrette est solidaire de la palette 4 d'un électro-aimant 5 relié au circuit du contrôleur. Les deux sont montées sur un étrier 6 pouvant osciller autour d'un axe 7. Un contrepoids de sécurité 8 appuie sur l'étrier 7 et tend à le maintenir constamment dans la position de verrouillage. Une palette 9 sur laquelle l'aiguilleur peut appuyer avec le pied, agit sur le contrepoids. Afin d'éviter une dépense inutile de courant un économiseur 10 placé à l'intérieur du verrou permet à celui-ci de ne passer que lorsqu'on appuie sur la palette au pied. Un voyant 11 solidaire de la barrette 3 indique à l'aiguilleur la position de son verrou. Une vis 11 lui permet de l'annuler dans des cas spéciaux. Elle est plombée de façon à ce qu'il ne puisse pas s'en servir secrètement. Lorsque l'aiguilleur veut manœuvrer son levier il appuie sur la palette au pied 10 et fait ainsi basculer le contrepoids 8. Celui-ci établit d'une part le contact dans l'économiseur et ferme ainsi le circuit. Il libère d'autre part l'étrier 6. Si le contrôleur est dans la position convenable le courant passe dans l'électro-aimant qui attire sa palette, la barrette 3 sort de l'encoche 2 et la manœuvre du levier est possible. Dans le cas contraire l'électro-aimant ne s'excite pas, la barrette reste dans son encoche et continue à verrouiller le levier.

Un pareil verrou est employé, non plus cette fois avec un contrôleur ne lui permettant de ne s'ouvrir que dans des cas bien déterminés, mais en liaison avec la position des trains eux-mêmes.

Pour cela on isole électriquement la portion de rail que l'on veut contrôler et ce sont les véhicules eux-mêmes qui en passant sur cette partie du rail ouvrent ou ferment le circuit du verrou de levier correspondant.

On conçoit aisément que, pendant toute la durée du passage d'un convoi sur une aiguille ainsi équipée, le levier d'une autre aiguille permettant de s'engager sur une voie coupant la première restera verrouillée. Il est de ce fait impossible à un aiguilleur, même s'il essaie de le faire, de donner en même temps la voie libre aux deux voies d'une aiguille lorsqu'un train est engagé sur l'une d'elles. Sur une aiguille avec rail isolé, un tamponnement est donc théoriquement impossible.

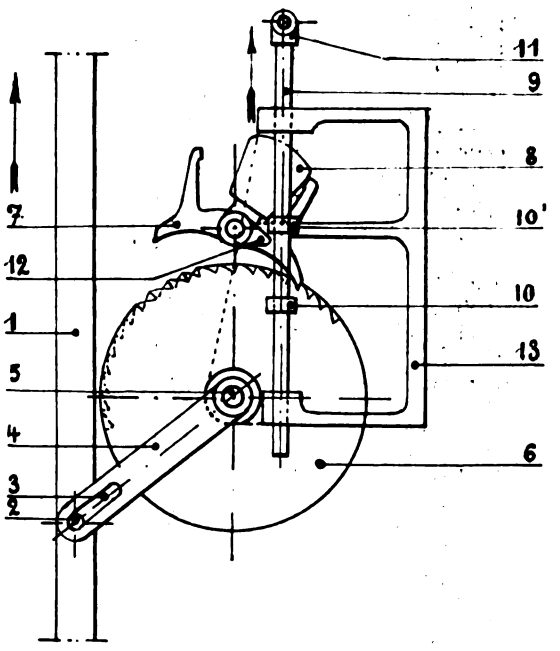


Fig. 22. — Appareil de continuité de manœuvre. — 1. Barre de commande d'aiguille. — 2. Axe. — 3. Rainure. — 4. Bras. — 5. Axe du bras. — 6. Roue à rochet. — 7. Cliquet. — 8. Contrepoids. — 9. Tringle de commande du contrepoids. — 10, 10'. Embases de la tringle. — 11. Chape. — 12. Butée du contrepoids. — 13. Bâti.

APPAREIL DE CONTINUITÉ DE MANŒUVRE. — Lorsqu'un aiguilleur a commencé à manœuvrer certains leviers, il engendre certains mouvements, établit des contacts électriques, dont les conséquences ne peuvent être détruites que si la manœuvre du levier est continuée jusqu'au bout. Or supposons qu'ayant à peine tiré sur son levier l'aiguilleur s'aperçoive d'une erreur, tout naturellement il reviendra immédiatement en arrière et ne détruira pas les effets de son faux mouvement.

Pour l'empêcher, on équipe ces leviers avec des appareils obligeant l'aiguilleur à renverser complètement son levier avant de pouvoir revenir à la position normale.

La figure 22 représente un appareil de ce genre construit par la Société des Forges de Persan.

Sur la barre 1 de commande d'aiguille, entraînée par le levier, est monté un axe 2 s'engageant dans

Digitized by Google

une rainure 3 pratiquée dans un bras 4 solidaire d'un axe 5.

L'axe 5 porte une roue à rochet 6, à deux dentures opposées, conjuguée avec un cliquet double 7. Autour de l'axe du cliquet peut basculer un contrepoids 8 agissant sur lui et pouvant le faire tomber dans un sens ou dans l'autre.

Une tringle 9 reliée à la manette du levier par une chape 11 porte deux embases 10 et 10', commande le basculement du contrepoids en agissant sur une butée 12 portée par ce dernier. Un petit bâti 13 supporte l'ensemble. Il est recouvert par un carter fermé hermétiquement et plombé.

Le fonctionnement est simple. Supposons le levier normal, l'appareil se trouvant dans la position de la figure. L'aiguilleur appuie sur la manette du levier et par conséquent tire par l'intermédiaire un secteur mobile sur la tringle 9 qui se déplace dans le sens de la flèche rapprochant l'embase 10 de la butée 12. Ayant fait sa manette, il commence la manœuvre de son levier entraînant la barre 1 et par cela même le bras 4 et la roue à rochet 6 qui tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le cliquet 7 étant dans la position de la figure cette rotation est possible.

Si l'aiguilleur interrompt son mouvement et veut revenir en arrière, le cliquet bute sur la denture de la roue immobilisant tout le système. Il est donc obligé de poursuivre sa manœuvre jusqu'au bout.

Arrivé en fin de course en position renversée, le secteur mobile fait l'autre moitié de sa course entraînant toujours dans le même sens la tringle 9 et l'embase 10. Celle-ci accroche au passage la butée 12 qui fait basculer le contrepoids et sous l'action de ce dernier, le cliquet qui s'engage alors dans la denture opposée de la roue à rochet.

La même manœuvre se fera dans le déplacement inverse du levier pour revenir de la position renversée à la position normale, le cliquet ne permettant cette fois la rotation de la roue à rochet que dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

En fin de course ce sera l'embase 10 qui fera basculer le contrepoids et le cliquet.

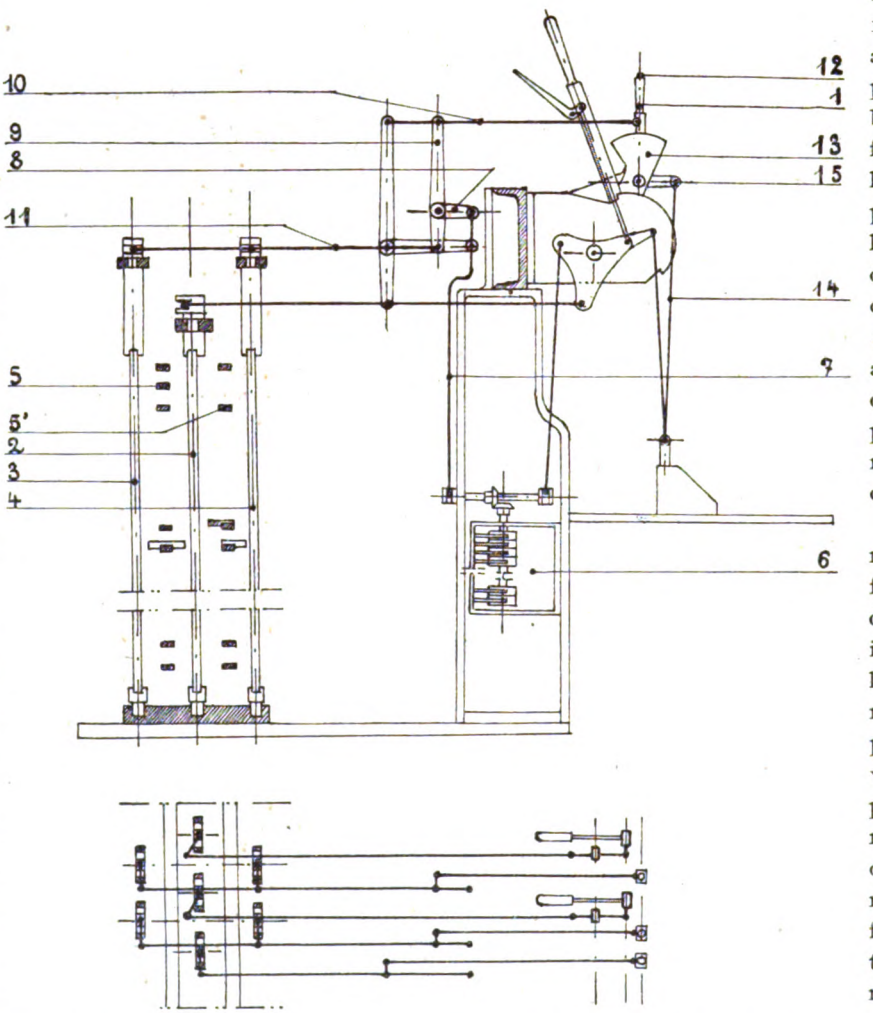


Fig. 23. — Poste électro-mécanique. 1. Petit levier. — 2. Gril central. — 3, 4. Grils extérieurs. — 5, 5'. Barres d'enclenchements. — 6. Commutateur. — 7. Tringle de commande du commutateur. — 8. Bielle de commande de la tringle 7. — 9. Bielle de commande des grils de petits leviers. — 10, 11. Tringles de commande des grils de petits leviers. — 12. Bouton d'arrêt du petit levier. — 13. Secteur. — 14. Bielle de commande du verrou. — 15. Tringle de commande du verrou.

POSTE ÉLECTRO-MÉCANIQUE. — Certaines compagnies, l'Orléans en particulier, emploient de plus en plus des postes d'aiguillages où la manœuvre des aiguilles continue à se faire par transmission rigide comme décrit ci-dessus, mais où la commande des signaux est obtenue par moteurs électriques.

Cette tendance est en somme assez normale, la commande mécanique étant nettement moins chère pour les aiguilles mais d'un prix sensiblement aussi

Digitized by Google

élevé pour les signaux. Comme il est bien évident que la commande électrique est plus commode il est tout naturel que l'on arrive à l'employer chaque fois que son prix de revient n'est pas prohibitif.

Dans le poste lui-même la commande du signal continue par se faire par un levier, mais celui-ci n'ayant plus qu'à assurer la manœuvre du gril d'enclenchements, ceux-ci restant mécaniques, peut être réduit considérablement comme dimensions.

La figure 23 représente un poste électro-mécanique construit par la maison Saxby.

Le poste lui-même est analogue à ceux entièrement mécaniques et tout ce qui concerne la commande des leviers d'aiguilles ne subit aucun changement.

Les petits leviers 1 de commande de signaux sont intercalés entre les leviers d'aiguilles, mais placés un peu en avant de ceux-ci. Les deux rangées de leviers se détachent ainsi nettement et la manœuvre des grands leviers n'est gênée en rien. Comme en général les commandes de signaux l'emportent en nombre sur les commandes d'aiguilles il ne peut y avoir alternance régulière des grands et petits leviers sur toute la longueur de la table. Les petits leviers en surnombre sont groupés à l'une des extrémités.

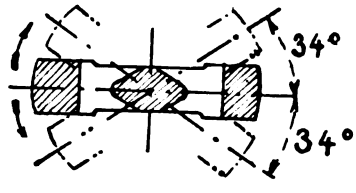


Fig. 24. — Gril pour petit levier à 3 positions.

L'emploi des petits leviers permet de diminuer notablement la longueur de la table d'enclenchement et du poste lui-même. Un nouveau gain a été réalisé en employant des petits leviers à trois positions.

La table pour cela comporte trois rangées de grils 2, 3, 4. Les grils de la rangée médiane placés entre les barres d'enclenchement 5 et 5' sont actionnés par les grands leviers et dans la partie de table qui n'en comporte pas pour les petits leviers qui ont pris leur place. Les grils 3 et 4 des deux autres rangées, placés à l'extérieur des barres d'enclenchement, sont commandés par les petits leviers intercalés entre les précédents.

Les grils des grands leviers ne diffèrent en rien des postes mécaniques. Ceux, par contre, des petits leviers diffèrent des précédents par la section de leur âme-centrale (voir fig. 24). Ils sont à trois positions comme les leviers qui les commandent et font, au lieu d'un déplacement de 50° dans un seul sens, 34° de part et d'autre de leur position médiane. Ces petits leviers à trois positions (1 de repos et deux enclenchés), remplacent donc deux leviers ordinaires commandant naturellement deux organes incompatibles. On a donc d'une part réduit l'encombrement des leviers de signaux, d'autre part diminué leur nombre. Le gain réalisé sur la longueur de la table d'enclenchement est environ de 30 p. 100. Outre le prix de revient inférieur on obtient une réduction considérable des efforts et des déplacements imposés aux aiguilleurs.

La manœuvre des signaux eux-mêmes est, comme nous l'avons dit, assurée par moteurs électriques, à courant continu à bas voltage. Ces moteurs sont commandés par des commutateurs 6 reliés chacun au levier correspondant par une tringle 7 et un bras 8 porté par la commande 9 du gril du même levier.

Les petits leviers n'ont pas de secteur mobile, ni de manettes. La commande du gril se fait par le levier lui-même par l'intermédiaire du balancier 9 et des tringles 10 et 11. Un bouton 12 actionnant un doigt pénétrant dans des encoches du secteur 13 supportant le levier immobilise celui-ci dans chacune des trois positions.

Les petits leviers peuvent être, comme les leviers ordinaires, munis de verrous. La liaison entre le levier et son verrou est assurée par une biellette 14 attachée sur un bras 15 porté par le levier lui-même. Le verrou reste le même que celui décrit précédemment. Cependant comme le levier est à trois positions, on est obligé d'avoir trois encoches sur la barre de verrouillage, celle correspondant au levier normal se trouvant au milieu des deux autres.

Ces quelques pages sur un sujet aussi vaste sont nécessairement incomplètes. Nous les pensons cependant suffisantes pour montrer comment le problème de la sécurité a été envisagé dans les grandes gares où les accidents sont les plus à craindre. Il est bien entendu que nous avons laissé complètement de côté la signalisation elle-même.

En résumé, on a cherché à centraliser en un poste important toutes les commandes de façon à faire exécuter par le même homme toutes les manœuvres dépendant les unes des autres. On a ainsi réalisé si l'on peut dire l'unité de commandement.

On a ensuite solidarisé les différents leviers entre eux par les enclenchements supprimant ainsi théoriquement, toute possibilité d'accidents.

Pratiquement il n'en était malheureusement pas ainsi puisque l'on restait à la merci d'une défaillance de l'aiguilleur ou du mauvais fonctionnement d'un appareil. On a alors essayé de défendre l'homme contre lui-même et de prévoir les vices de matières. Pour cela on a subordonné la manœuvre du levier à la position d'appareils de sécurité permettant à l'aiguilleur de se rendre compte de sa cabine du fonctionnement des appareils qui en dépendent et ne lui permettent même plus de se tromper. C'est le rôle des pédales, verrous, du contrôle impératif.

Il a été impossible de supprimer complètement toute cause d'accidents, il est cependant évident que l'on a fait tout ce qu'il est à ce jour possible de faire.

Digitized by Google

Le Problème du Rat

PAR

H. DE VARIGNY

Le rat, depuis plusieurs années, a une mauvaise presse et celle-ci devient d'autant plus défavorable qu'elle s'occupe plus de lui. Plus on examine sa vie privée et plus il apparaît un ennemi de l'homme : ennemi de sa santé, ennemi de sa production et de son industrie, et qui coûte chaque année des milliers de millions. Bref, le rat apparaît comme un malfaiteur public, aux yeux de l'homme, et de plus en plus la question se pose, de son extermination, tout simplement. Les Sociétés savantes, les Académies se mobilisent contre le rongeur maudit, et voici qu'une Conférence internationale va se réunir pour viser aux moyens de le supprimer. Il a abusé, et l'homme est à bout ; une réaction est inévitable.

Ce qu'il faut bien voir, comme l'a écrit Calmette, c'est que « les rats sont en train de faire la conquête du monde. Depuis deux siècles, à la faveur des échanges commerciaux qui se multiplient entre les nations, ils ont traversé les mers, envahi nos ports ; ils pullulent aujourd'hui en nombre immense dans nos villes et dans nos campagnes ; ils dévorent les grains que nous transportons sur nos navires ou que nous entassons dans nos docks ; ils s'attaquent aux récoltes de nos champs. Et non seulement ils prélèvent sur notre agriculture, notre commerce et nos industries une dîme qui menace d'être ruineuse, mais voici qu'ils se révèlent comme un terrible danger pour la santé publique ; ils véhiculent et disséminent la peste, la trichinose, la rage, la teigne ; ils se font commis voyageurs en germes de mort pour l'humanité. »

Bref, attaqué dans sa bourse et dans sa santé à la fois, l'homme en a assez. Et il dit, par la bouche de Calmette encore : « Tant de méfaits appellent des représailles. Nous ne pouvons plus tolérer davantage d'être ruinés et décimés par les rats. Aux dangers graves et incessants dont leur agilité, leur ruse, leur prolificité nous menacent, opposons nos intelligences, nos volontés et les armes scientifiques que nous savons forger, pour les détruire. Unissons internationalement nos forces et nos moyens de lutte ».

Cette union a été réalisée : depuis 1902 existe une *Association internationale pour la destruction rationnelle des rats*, dont ces derniers ne paraissent d'ailleurs guère se préoccuper. C'est au Danemark qu'elle fut fondée, et sans doute c'est là qu'elle est le plus agissante et utile. Mais, évidemment, pendant les quatre ans que l'humanité dite civilisée a passés à s'entr'égorger, les rats ont eu la partie belle, et les coudées franches.

***

Les déprédations du rat sont illimitées : avant la guerre, comme le rappelait M. Gabriel Petit à la *Société de pathologie comparée*, les États-Unis estimaient que le rat coûtait à leur agriculture plus d'un milliard de dollars par an ; en France il revenait à 200 millions ; à la Grande-Bretagne à 15 millions de livres ; à l'Allemagne à 200 millions de marks. Actuellement en France, d'après une statistique récente, le rat coûterait à l'agriculture française, chaque année, un milliard de francs-or. Il ne se contente pas de détruire les aliments dans les champs d'ailleurs : il s'attaque à eux dans les greniers, les magasins, partout où ils se trouvent, ou passent, et en même temps il y a tant de marchandises, étoffes, tapis, tissus, qu'il déchiquète pour y faire son nid. Il ronge le bois encore, jusqu'au plomb même. On a pu calculer à Copenhague, que 100 000 rats mangent par jour pour 1 400 francs d'autrefois. Il n'est pas de ville, pas de localité, pas de port, qui ne souffre des déprédations du rat : c'est un des parasites les plus nuisibles de l'agriculture et du commerce : sur ce point il n'y a nul doute.

Avec cela c'est un danger permanent pour la santé publique comme chacun sait. Il promène le virus de la peste, d'autres aussi ; de la rage, de la trichinose, de certaines trypanosomiases, de la fièvre aphteuse, de l'influenza du cheval, du rouget du porc, etc...

La rage prend une virulence spéciale dans l'organisme du rat, et nul animal n'est, plus que lui, propagateur de peste. Yersin, en 1894, et Simond, en 1898, ont montré le rôle respectif, dans les épidémies, du rat et de la puce. Le rat est réservoir, la puce s'infecte au contact du rat qu'elle pique, et le virus recueilli, elle l'apporte aux humains, ou animaux, qu'elle pique ensuite. L'histoire est bien connue, ne fait plus de doute. L'épidémie de peste humaine est invariablement précédée d'une épidémie sur les rats : ceux-ci sont les premières victimes, puis c'est le tour de l'homme.

Digitized by Google

En fait, le virus pesteux semble exister toujours dans la masse des rats, mais ne prendre une virulence dangereuse que sous l'influence de circonstances mal connues. Et alors apparaissent les cadavres. Chez ceux-ci, le bactériologiste trouve sans peine le virus, et de ceux-ci, les puces inoculent sans peine à l'homme les germes qu'elles ont absorbés. Mais la peste existe à l'état endémique chez les rats : là est leur principal danger pour la population. Et c'est ce qui explique les efforts faits, avec une très inégale vigueur, pour la dératisation, la destruction systématique des rats, en tout temps, qu'il y ait épidémie ou non.

Au Danemark ces efforts ont été considérables, et en même temps, méthodiques, ingénieux. Il ne s'agit pas, pour se protéger des rats, d'improviser, à très grands frais d'ailleurs, des campagnes défensives lorsque apparaît une épidémie : il faut prévenir celle-ci au moyen de mesures permanentes. La principale de celles-ci, au Danemark, consiste en l'obligation formelle, pour les municipalités, d'organiser et d'entretenir la destruction systématique des rats. Au reste, la loi, qui punit d'amendes en cas de besoin, encourage la dératisation par des subventions et des primes.

La première loi danoise (1907) a eu pour conséquence une hécatombe qui comptera dans les annales des rats, si elles existent. En trois ans, près de 4 millions de rats quittèrent cette terre, grâce au système des primes. Mais à mesure que les rats se firent plus rares le zèle des chasseurs se ralentit. La chasse n'était plus aussi fructueuse. Pour un rien, certains l'eussent entretenue par un élevage caché. C'est alors que surgit une arme nouvelle : une culture bactérienne, dite *Ratin*, élaborée par L. Bahr, un élève de C. O. Jensen. La bactérie *Ratin* est du groupe des paratyphiques comme la bactérie Danysch, et provient du *Bacillus typhi murium*. Sa virulence est élevée, et elle tue par septicémie.

Au lieu donc de donner la chasse aux rats, on leur offrit des appâts empoisonnés. On commence par leur distribuer méthodiquement de petits cubes de pain imprégnés de culture, qui reste deux mois virulente. Ils meurent dans la proportion de 80 p. 100 en un temps qui varie de huit à quinze jours. Si cela ne suffit pas, c'est le tour d'une préparation plus brutale, à base de scille maritime, qui porte le nom de Ratinine, poison brutal tuant en vingt-quatre heures. De l'extrait de scille sert à imprégner des cubes de pain parfumés de pulpe de harengs, ou maquereaux fumés, de sardines, de fromage, enveloppés de papier, — car le rat aime l'encre d'imprimerie — et ces paquets sont répartis dans les lieux où se montrent encore des rongeurs. Bien vite, ils ne se montrent plus. Mais l'odeur qui se répand montre où ils sont.

C'est donc par les combinaisons de Ratin et de Ratinine qu'actuellement se poursuit la dératisation sur tout le territoire danois. La méthode donne pleine satisfaction, la destruction de rats est très abondante, sans que jamais on ait observé d'effets fâcheux chez les animaux domestiques ou chez l'homme.

« Des 100 000 habitations de province, a dit M. Gabriel Petit, où la dératisation fut effectuée grâce au virus, plus de la moitié était en 1921 infestée de rats. Dès la fin de la première année d'après les rapports commerciaux au ministère de l'Intérieur, le nombre tombait à 10 p. 100, 5 p. 100, et parfois 1 p. 100 seulement, suivant les localités, et probablement le zèle des applications ».

La méthode Ratin a été employée en Allemagne aussi, et voici une statistique intéressante qui s'explique d'elle-même :

Localités.	Habitants.	Nombre d'immeubles	Avec résultats satisfaisants.	Pourcentages satisfaisants.
Isenhagen	22 221	3 531	3 328	94 p. 100
Hoya	28 431	5 018	4 939	98 —
Diepholz.....	24 298	4 440	4 409	98 —
Verden.....	28 177	4 667	4 633	99 —
Achlun.....	32 825	5 582	5 553	99 —
Schivelbein ...	23 047	2 667	2 656	99 —
Rummelsburg..	38 698	3 992	3 981	99 —
Bublitz.....	22 183	2 723	2 713	99 —
Bordesheim....	10 657	1 286	1 271	99 —

On peut donc dire que le procédé est tout à fait remarquable. Les probabilités sont d'ailleurs qu'un certain relâchement s'introduira dans cette chasse, en raison de la raréfaction du gibier, et que celui-ci, un beau jour, se présentera plus abondant. Tant qu'il reste des rats, il reste des reproducteurs, et une résurrection de la population murine est chose possible ; mais c'est déjà beaucoup de posséder un moyen efficace de répression. Et c'est cette possession qui va provoquer la réunion d'une Conférence pour l'extermination du rat. Il s'agit de faire connaître et répandre les résultats acquis et la méthode qui les a fournis. Une conférence devait se réunir à cet effet à Copenhague en 1914, avec le concours des nations dites civilisées. Mais celles-ci, le moment venu, se virent imposer d'autres préoccupations. Les hommes furent obligés de se battre les uns contre les autres au lieu de se liguer contre les rats, et sans doute ces derniers en furent ravis. Mais les temps ont changé, et le moment est venu où l'on peut reprendre le projet primitif. La conférence

Digitized by Google

qu'organise M. Gabriel Petit avec le concours de M. Calmette et de M. Zuschlag, le spécialiste danois, se tiendra en France dans quelques mois. La *conférence du rat* s'ouvrira à Paris, et se terminera au Havre où M. Adrien Loir a organisé un bon service de dératisation des navires, du port, et des entrepôts. La question du rat va revenir sur le tapis, et sans doute, avec un heureux effet.

***

La communication de M. Gabriel Petit à la Société de Pathologie comparée y a provoqué quelques observations intéressantes.

Ainsi M. Foveau de Courmelles a fait remarquer que les rats pullulent volontiers dans les villes parce qu'ils y disposent de tables bien garnies. Ces tables ce sont les poubelles, le plus souvent découvertes, où les rats peuvent fouiller aisément, et où ils trouvent une abondante provision de restes de table jetés à la boîte à ordures par les domestiques ennemis des plats réchauffés ou des ménagères ignorantes qui dilapident ou gaspillent à plaisir. Ce gaspillage dont chacun le matin peut être le témoin dans les grandes villes, contribue à la vie chère, et à faciliter la vie des rats. Toute la nuit, ils ont table servie, variée et abondante.

Il y a autre chose aussi : que propose-t-on de faire des rats morts, de ceux du moins dont on trouvera le cadavre, car les autres, dans des trous profonds, ne serviront qu'à empuantir l'atmosphère? Assurément on ne peut pas en faire des conserves. Mais chaque cadavre représente une peau, peut-être utilisable comme fourrure, et de la graisse. Il ne s'agit pas de transformer celle-ci en margarine, mais des huiles pourraient en être extraites pour l'avion ou l'automobile, ou autre chose encore. Rien ne paraît se faire dans ce sens. Mais d'autre part peut-on constituer des industries sur une matière première qu'on cherche à supprimer?

D'autre part des poubelles couvertes, comme celles qui sont obligatoires à Vichy, auraient certainement pour effet de diminuer le nombre des rats. Ceux-ci suivent les hommes, et leur gaspillage. On l'a bien vu pendant la guerre où les rats, en beaucoup de villes occupées par les soldats, paraissaient plus nombreux que ces derniers. Cela tenait à ce gaspillage de denrées alimentaires qui se faisait, et que rien ne réfrénait. C'est ce même gaspillage qui a attiré les rats jusque dans les tranchées où ils furent nombreux et incommodes. Après le départ des soldats des villes dont il s'agit, les rats ont disparu. Il n'avaient plus à manger. C'est dire que par le moyen d'une voirie saine et propre, on combat la pullulation murine. C'est là un point à retenir. Tout moyen propre à rendre la vie difficile aux rats est à appliquer. L'hygiène publique en profitera, et la lutte contre les rats sera facilitée. Il faut partir de ce point de vue que dans toute ville il y a autant de rats que d'habitants. Surtout si ces derniers sont malpropres, et si le service des ordures est mal fait. Car alors la population animale se fera vite plus abondante encore que l'humaine. La poubelle de chaque immeuble peut nourrir plus de rats qu'il n'y a de locataires à deux pattes.

La question du rat a, devant la Société de Pathologie comparée, fait surgir celle du chat. M. Lépinay, président de la Société centrale féline, a fait observer que le chat pouvait avoir son mot à dire dans l'affaire. Sur certains navires du Havre, M. A. Loir a trouvé des races de chats qui sont de merveilleux ratiers, résultant d'une sélection opérée par l'équipage. Il faudrait multiplier les chats, surtout le prolétariat félin qui travaille et gagne sa vie, plutôt que le chat de luxe, trop bien nourri pour avoir tendance à se battre. A Montmartre, il y avait une maison dévorée par les rats. Le secrétaire de la Société féline vint s'y établir avec sa dizaine de chats qui ne quittaient jamais l'appartement. Le propriétaire protesta d'abord. Mais comme les rats et souris disparurent vivement, il éprouva d'autres sentiments, et il remercia son locataire.

Une observation intéressante a été présentée par M. Pierret. C'est que la construction moderne de navires *rat-proof*, à l'épreuve du rat, rend de plus en plus inutile la dératisation des bâtiments. Mais il faut ne pas limiter le *rat-proofing* aux cargos, d'où les rats disparaissent : il faut l'étendre aux navires à passagers, où ils existent toujours.

La chasse aux rats constitue-t-elle une méthode à recommander? Cela pourrait se discuter. A Paris on a remarqué qu'après cinq ou six jours de chasse aux rats et à la prime, on pouvait croire avoir détruit les premiers. Pas du tout. Ce qui restait avait émigré en masse. Ils s'étaient rendus à Bougival...

On a parlé d'employer la chloropicrine pour dératiser. Que vaut la méthode? En tout cas, a dit M. Brocq-Rousseu, qui s'est occupé de la question, elle a un avantage qui est de tuer la puce du rat, avant même d'avoir fait périr ce dernier. Cela est fort important. Car vis-à-vis de la peste ou d'autres maladies, le problème n'est pas du rat seul, mais de la puce aussi. Si la puce subsiste, le danger se maintient, évidemment. Comme l'a rappelé M. Julien Chevalier, le rat est un animal d'importation. Les Romains ne connaissaient pas cette espèce. Le rat noir fut le premier à apparaître. Ce fut vers les premiers temps de l'ère chrétienne. Et longtemps il fut le disséminateur des épidémies

Digitized by Google

de peste qui terrifiaient le moyen âge. Le surmulot ou rat gris, rat d'égout, n'apparut qu'au XVIIIe siècle; comme le noir il venait d'Asie, et plus vigoureux il s'empara vite des villes, rejetant son devancier dans les campagnes. Tous deux sont également dangereux pour l'hygiène publique : il n'y a pas à faire de différence entre eux. Et très féconds. Un seul couple de rats gris mettant bas toutes les six semaines des portées variant de 12 à 16 couples, arrive à donner en un an 800 à 900 rejetons ; à quatre mois ceux-ci sont adultes. Avec cela, beaucoup de courage et d'intelligence : ils ont vite éventé les pièges et savent se tenir à distance. Il y a dans leur caractère beaucoup de traits à admirer. Mais ce sont des fléaux, incontestablement. Il faut les détruire.

On en sait assez sur leur biologie pour se rendre compte des mesures préventives à adopter. Il faut que le rat ne trouve ni domicile — affaire de maçon, d'architecte — ni nourriture — affaire de voirie, de poubelle. Or trop souvent celle-ci semble avoir été organisée par un comité préoccupé de subvenir à l'alimentation du rat, et au développement des pertes économiques et des maladies dont le rat porte la responsabilité. Bien à tort : les vrais coupables sont les incompétents, les ignorants de l'hygiène publique.

La Science amusante

L'amabilité de M. LANORE, *éditeur du tout récent ouvrage* Dix Séances d'illusionisme, *par le professeur* BOSCAR (*dont nous donnons d'autre part un compte-rendu*), *nous permet de donner ici deux petites expériences scientifiques extraites de cet ouvrage, destiné en principe à des jeunes gens ou à des enfants. Nous chercherons à donner de temps à autre des récréations du même genre, basées sur des principes scientifiques. Inutile de dire que les suggestions de nos lecteurs dans cet ordre d'idées seront toujours les bienvenues.*

L'amplificateur d'ondes sonores.

— Tiens, vous avez un appareil de T. S. F.? Et ça, qu'est-ce que c'est au juste?

— C'est mon « ampli », expose avec orgueil votre interlocuteur : trois étages haute fréquence, avec...

— Et il coûte combien à lui seul?

— Quatre cent cinquante francs.

— Mon pauvre ami ! Moi, je vais vous montrer comment on peut obtenir le même résultat avec un verre de trente sous ! Voulez-vous m'en prêter un?... A pied, pour isoler du sol la capacité ; avec un gobelet l'effet ne se produirait pas, ou alors il faudrait que le fond fût très épais. Avez-vous maintenant un diapason? Non? Eh bien une simple fourchette, alors. Vous allez voir...

Tout le monde fait cercle, fort intrigué. Vous êtes assis devant la table, le verre mis à 30 centimètres devant vous. De la main gauche vous tenez par son manche la fourchette prêtée, en argent ou en ruolz, mais à dents fortes et rigides autant que possible. Vous pincez deux dents de cette fourchette entre les ongles du pouce et du médius, que vous retirez brusquement ; les dents se mettent à vibrer en produisant un son très faible devenant presque aussitôt à peu près imperceptible ; mais vous projetez devant vous, dans la direction du verre, « les effluves sonores renfermés dans votre main », en avançant celle-ci et en écarquillant les doigts comme si vous « projetiez du fluide ». Merveille ! Le son devient aussitôt beaucoup plus puissant et reste longtemps distinct. Vous recommencez une autre fois.

« Et le plus curieux, ajoutez-vous, c'est que cet effet de renforcement ne se produit pas si j'opère avec un verre sans pied ou en retournant celui-ci ». En effet, renouvelant l'expérience dans ces conditions, vous n'obtenez plus rien.

***

Mensonge ! Bien innocent, mais intégral. Le verre n'a rien à voir comme renforçateur ici : ce qui agit, c'est... la table.

Digitized by Google

Quand, après avoir mis en vibration les dents de la fourchette, vous projetez vos doigts qui s'écartent et votre prétendue poignée d'ondes sonores, tout le monde regarde, comme vous, votre main droite et le verre. Pendant ce temps, votre main gauche avec sa fourchette s'écarte doucement et redescend négligemment et sans se presser, de sorte que personne n'y fait désormais attention. Or dès que le manche de la fourchette vient toucher la table, celle-ci forme résonnateur (1) et amplifie considérablement les vibrations : d'où l'effet produit.

Naturellement, l'histoire du verre sans pied ou retourné est une énorme... blague, mise là pour achever d'égarer le jugement et aussi allonger un peu l'expérience. Quand vous voulez donner la preuve de ce que vous affirmez, vous ne laissez pas la fourchette arriver au contact de la table, et voilà tout !

Si vous le préférez, vous pouvez encore prétendre que le renforcement se produit avec un verre plein d'eau, mais pas de vin ; en cristal, mais pas en verre ; en projetant les ondes dans la direction Nord-Sud, mais pas Est-Ouest, etc.

Cette petite expérience amusante, le type des tours de table ou d'après-dîner, a été décrite dans le journal *Passez Muscade* de juin 1919 comme étant de l'invention de M. Dartt. C'est possible ; je dois toutefois dire que je l'ai vu (et entendu) faire pendant la guerre par des camarades de popote.

(1) On aura dû préalablement s'assurer que la table n'est pas couverte d'un molleton sous la nappe. Ne pas appuyer trop le manche sur la table, la toucher seulement.

L'esprit de contradiction, ou pair et impair.

— Mon petit ami, dites-vous à un enfant prié de monter sur la scène, avez-vous un bon caractère?... Oui? Vous avez de la chance. Moi, j'en ai un déplorable. Pas d'esprit plus contrariant que le mien. Il suffit que vous disiez une chose pour que j'en veuille une autre. Tenez, vous allez voir.

« Voici des jetons (ou des pièces) sur un plateau (ou dans un sac). Prenez-en une poignée, ce que vous en voudrez, et comptez-les sans me les montrer. C'est fait? Bon ; maintenant, écrivez sur ce papier (ou sur cette ardoise) simplement si vous en avez un nombre pair ou bien impair, sans autre précision. Ne me le laissez pas voir ; je n'ai même pas besoin de le savoir. Par la seule vertu contrariante de mon esprit, je vais obtenir juste le contraire rien qu'en ajoutant quelques jetons aux vôtres (ce qu'on fait). Comptez de nouveau, à présent : le nouveau nombre est-il pair, ou impair?

— Impair.

— Et lisez (ou montrez) ce que vous aviez écrit la première fois... *Pair*.

On recommence l'expérience plusieurs fois, toujours avec le même succès. Il suffit pour cela d'ajouter toujours un nombre *impair* de pièces (par exemple trois ou cinq) à celui compté d'abord, quel qu'il soit. Celui-ci devient alors pair s'il était impair, et réciproquement, en vertu des deux égalités fort simples :

$$(2n + 1) + (2n + 1) = 4n + 2 = 2m ;$$

et : $$2n + (2n + 1) = 4n + 1 = 2p + 1.$$

Digitized by Google

Le Mutationnisme

PAR

L. CUÉNOT

Correspondant de l'Institut
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Il n'est peut-être pas inutile, avant d'aborder le sujet de cet article, de dire au lecteur où en est la doctrine de l'évolution des espèces, qui a tant remué d'idées et suscité tant de travaux depuis trois quarts de siècle. Depuis quelques années, il semble qu'elle soit moins en faveur : un grand biologiste comme Delage était si peu assuré de sa solidité qu'il a écrit en 1895 : « Je suis absolument convaincu qu'on est ou n'est pas transformiste, non *pour des raisons* tirées de l'histoire naturelle, mais *en raison* de ses opinions philosophiques ». Au livre de Le Dantec, *La crise du Transformisme* (1910), répond comme un écho *La Critique morphologique du Transformisme* de L. Vialleton (1925) ; en Amérique, dans l'État de Tennessee, on a récemment condamné un maître d'école coupable d'avoir enseigné l'évolutionnisme, comme si c'était une opinion téméraire et quelque peu scandaleuse.

Or, la doctrine de l'évolution qui admet que toutes les formes vivantes, passées et actuelles, sont reliées entre elles par des liens de parenté, et que les espèces nouvelles sortent des anciennes par l'action de lois naturelles, toujours les mêmes et toujours en action depuis l'apparition de la Vie sur notre globe, est plus solide que jamais, et on peut dire que c'est une acquisition définitive du patrimoine intellectuel de l'humanité (1). Pourquoi alors ces doutes et ces incertitudes? Ils résultent d'une confusion singulière entre la doctrine de l'évolution et les tentatives que l'on a faites pour découvrir les lois naturelles de la descendance ; parmi ces tentatives, deux sont célèbres : celle de Buffon-Lamarck et celle de Darwin; à vrai dire, elles n'étaient qu'accessoirement des théories de la descendance ; elles visaient surtout à expliquer le phénomène si frappant et si général de l'adaptation, c'est-à-dire du rapport manifeste qui existe entre les organes et les fonctions d'une part, et les conditions du milieu qu'habitent les êtres, d'autre part.

C'est un fait que les explications lamarckienne et darwinienne nous paraissent aujourd'hui illusoires ou incomplètes. Mais cela ne touche en rien l'autre fait, celui de l'évolution universelle des êtres ; il n'est pas nécessaire de comprendre dans les détails la causalité d'un phénomène pour admettre la réalité de celui-ci. Quand Le Dantec écrivit *La Crise du Transformisme*, il parlait en vérité de la crise que traversait son explication personnelle (lamarckienne) du processus de l'évolution; quand Vialleton fait la *Critique morphologique du Transformisme*, en réalité il démontre qu'il est difficile de comprendre la transformation d'un certain type *actuel*, disons le Chien, par exemple, en un autre type *actuel*, Ours ou Félin.

Mais tout cela, je le répète, n'atteint pas du tout la réalité du transformisme en soi : quand on le prend comme base de raisonnement, un nombre immense, illimité de faits positifs reçoit une interprétation claire, que l'on sent rationnelle : répétition de la phylogénie par l'ontogénie, en dépit de ses caprices, classification et hiérarchie des groupes, unité de plan dans chaque phylum naturel, variations graduées, transformations d'organes et de fonctions, rapports sérologiques, espèces naissantes, organes rudimentaires, distribution géographique, tout cela devient lumineux. Si l'on exige une vérification extrinsèque, on la trouve avec une exactitude parfaite et autant de fois qu'on peut le désirer dans les enseignements de la paléontologie ; constamment, les formes qu'une étude approfondie de leur structure désigne comme archaïques ou primitives apparaissent dans le Temps *avant* celles qui ne peuvent être que dérivées ou spécialisées. Il y a eu des Reptiles avant les Mammifères et les Oiseaux, des *Archæopteryx* avant les vrais Oiseaux, des Mammifères primitifs au secondaire et au début de l'éocène avant les groupes de Mammifères modernes, des Équidés à quatre doigts avant les Chevaux à un doigt, des Proéléphants avant les Mastodontes et les Éléphants modernes, etc. La chronologie des fossiles est bien un recoupement extrinsèque qui vérifie dans un nombre immense de cas, sans exceptions gênantes, les conclusions tirées de l'étude intrinsèque des biotes. Si, devant un tel faisceau de preuves, on doute encore de la solidité du concept évolutionniste, c'est qu'on ne veut pas être convaincu ; on pourrait aussi bien soutenir que la Terre est plate, ou que le Soleil tourne autour de notre planète, centre du monde.

(1) On lira avec intérêt, sur ce sujet, le beau livre d'E. Le Roy, *L'Exigence idéaliste et le fait de l'Évolution*, Paris, Boivin, 1927.

Digitized by Google

La seule théorie explicative vraiment complète est celle de Darwin, qui a emprunté assurément des idées à ses devanciers, Buffon, Lamarck, Malthus et d'autres, mais qui a si admirablement coordonné et généralisé celles-ci, en y ajoutant son hypothèse géniale de la sélection, que l'on confond volontiers cette explication causale avec la doctrine même de l'évolution, ce qui est une erreur fondamentale, comme je l'ai dit plus haut. Je me contenterai de rappeler brièvement l'essentiel du darwinisme, en m'exprimant comme le ferait un darwinien orthodoxe.

Il n'y a dans chaque être aucune tendance innée ou nécessaire qui le pousse vers un changement progressif ; ce n'est que par l'action des lois naturelles qu'il y a formation d'espèces nouvelles, régression des anciennes, et dans la série des êtres vivants une marche évidente vers le perfectionnement organique. Les facteurs de l'évolution sont : 1° une *Variabilité* générale et flottante, se manifestant par les particularités légères qui distinguent entre eux les représentants d'une même espèce ; elle résulte de l'action directe et indirecte des conditions d'existence, de l'usage et du défaut d'usage ; 2° *Hérédité*, aussi bien des caractères acquis par l'individu au cours de sa vie (c'est la théorie de Lamarck) que des caractères résultant d'une variation du germe, souvent très sensible aux moindres modifications dans les conditions d'existence ; 3° Taux d'accroissement très élevé entraînant une *concurrence pour vivre*, qui a pour conséquence un choix, une *sélection naturelle des meilleurs* (moins d'un grain dans la balance détermine ceux qui périront, a dit Darwin dès 1844) ; il en résulte un *lent* progrès dans le sens d'une amélioration du type, une *divergence* des caractères et l'*extinction* des formes moins améliorées.

Ainsi la famille des Écureuils offre diverses gradations entre l'Écureuil commun, qui saute et grimpe avec agilité, et le Sciuroptère (fig. 1), qui a une membrane alaire développée lui permettant de glisser sur l'air à de grandes distances ; on conçoit que la plus faible dilatation de la peau des flancs et le plus léger aplatissement de la queue ont constitué un avantage pour leur possesseur dont les sauts devenaient plus faciles, ce qui lui permettait d'échapper à des carnassiers ou d'amoindrir le danger des chutes. Les individus les mieux partagés sous ce rapport ont vécu plus facilement et plus longtemps que les moins bien doués, ont laissé plus de descendants (*fécondité différentielle*), et la variation favorable a été en s'intensifiant à chaque génération jusqu'à l'état actuel du Sciuroptère (*Origine des espèces*, 5e édition, p. 193). La palmure des Oiseaux aquatiques s'est développée par la sélection naturelle des meilleurs variants, exactement comme celle des Chiens-loutres d'Angleterre est due à la sélection par l'Homme des Chiens qui allaient le plus loin dans l'eau chercher le gibier blessé.

Fig. 1. — Le Polatouche de la Sibérie, Sciuroptère ou Écureuil volant (*Sciuropterus russicus* Tied), du nord de l'Eurasie.

***

Le darwinisme est une théorie d'application générale, qui a réponse à tout, au moins verbalement; sa logique est en apparence irrésistible : on ne peut nier qu'il y ait de la variabilité, et que celle-ci soit héritable ; la tendance à l'accroissement numérique indéfini des individus de chaque espèce est certaine, aussi bien que la destruction d'un nombre énorme d'individus. La conséquence qui semble inéluctable est la survivance du mieux adapté, principe de progrès continu, de diversification et d'extension de la Vie. Mais pour que cette belle chaîne logique garde sa force convaincante, il faut que tous les anneaux soient d'une égale solidité ; or, il y en a plusieurs qui avec le temps se sont affaiblis et brisés, entraînant la ruine partielle de l'explication darwinienne. L'attaque a porté d'abord sur la partie empruntée à Lamarck (adaptation par effet de l'usage, du non-usage, par influence directe du milieu et transmission à la progéniture de la modification individuelle acquise) ; ensuite sur le choix qui doit s'opérer au cours de la destruction des individus en surnombre, comparable à celui que fait l'Homme dans ses opérations de sélection artificielle. Pour la partie lamarckienne

Digitized by Google

il a été surabondamment démontré qu'il n'y avait aucune hérédité des modifications éprouvées par un être au cours de sa vie individuelle, parce qu'il y a une refonte à chaque génération partant de l'œuf fécondé; pour la partie darwinienne, il apparaît avec évidence qu'à part un très petit nombre d'individus, ceux qui meurent sont frappés *au hasard* comme dans un accident de chemin de fer ou une bataille moderne ; la mort n'est aucunement *différentielle*, et la sélection intraspécifique est, non pas constructive, mais conservatrice de l'état moyen.

En somme, les deux explications causales de l'évolution, de l'origine des espèces, des adaptations, qui ont été proposées jusqu'ici se sont écroulées. Il est nécessaire de reprendre le travail à pied d'œuvre, avec les morceaux utilisables de la théorie darwinienne, et surtout avec des expériences et des observations nouvelles. On sait maintenant beaucoup de choses qui sont très solidement acquises, et l'on se rend compte aussi de ce qui est actuellement inexplicable, et le restera peut-être toujours. Si l'on me permet une comparaison, je dirai que le darwinisme était comme un livre achevé et complet, avec son introduction, ses chapitres, sa conclusion, sorti tout entier du cerveau d'un seul homme ; à sa place, il y a un énorme volume en voie de confection, dû à la collaboration de nombreux auteurs qui travaillent indépendamment les uns des autres ; il y a un chapitre très avancé, presque terminé, celui de l'Hérédité ; un autre qui est également en bonne voie est celui de la Variation ; des paragraphes, ici et là, presque achevés, portent sur le mécanisme de la sélection, sur la préadaptation, sur l'apparition des espèces nouvelles, mais il reste encore un nombre considérable de pages blanches avec seulement le titre ou l'énoncé du problème à résoudre. Il suffisait de quelques lignes, moins encore, d'une douzaine de mots, pour résumer l'explication darwinienne (c'est du reste cette simplicité et cette compréhension facile qui ont fait son succès dans le grand public) : Variation continue. — Concurrence pour vivre. — Sélection des meilleurs variants par mort différentielle. — Progrès et diversification continus des adaptations ; tandis qu'il faut des pages et des pages pour rendre compte des idées actuelles sur l'évolution et une certaine culture biologique pour les comprendre.

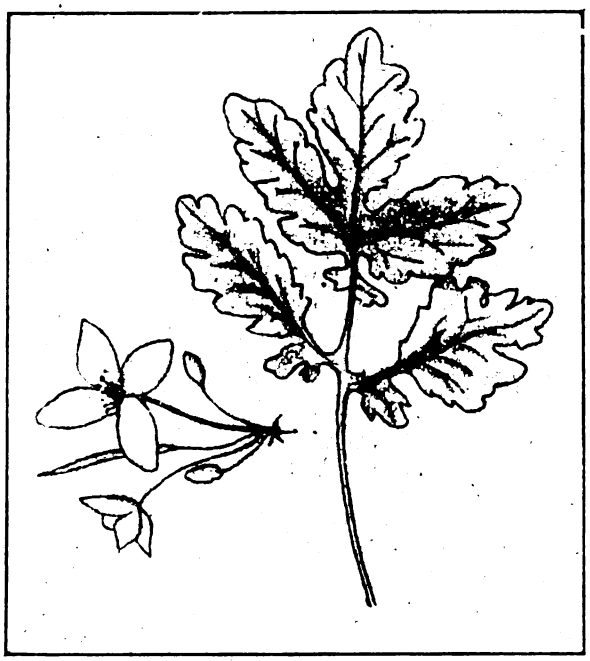


Fig. 2. — Forme normale du *Chelidonium majus L.* (Grande Éclaire).

Ce volume inachevé, c'est le *mutationnisme* ; sa partie positive est constituée par les chapitres et les paragraphes à peu près terminés, qui sont du reste coordonnés d'une façon très satisfaisante ; les plus marquants sont : 1° une conception de la variation héréditaire ou *mutation* (1), essentiellement discontinue ; 2° le mécanisme de l'hérédité ou *mendélisme* ; 3° la négation de l'inscription dans le patrimoine héréditaire des caractères acquis par le corps sous l'influence du milieu, de l'usage ou du non-usage, dont l'affirmation était l'essence du lamarckisme; 4° la restriction des effets de la sélection intraspécifique à un processus purement conservateur de l'état moyen, ce qui est l'écroulement de la base du darwinisme ; 5° la conception de l'adaptation nécessaire et suffisante à un nouveau milieu comme antérieure à l'entrée et à l'habitat dans ce milieu ou *préadaptation* ; 6° la variété des modes de formation et d'*isolement* des espèces nouvelles.

Le mutationnisme, explication causale partielle, état actuel et fragmentaire de ce que nous savons sur l'évolution, laisse irrésolues beaucoup de questions, ne trouvant rien à dire à leur sujet qui puisse être prouvé ; il reconnaît et proclame même ses lacunes, pour indiquer les directions désirables de

(1) Le mot de *mutation* a été employé pour la première fois dans ce sens en 1766 par Duchesne, horticulteur, à propos de l'apparition d'un pied de Fraisier monophylle dans un semis de *Fragaria vesca*. Il est regrettable que le même mot ait été utilisé ensuite par le paléontologiste Waagen (1869) pour désigner de très petites variations d'une espèce, suivant une direction définie, dans des niveaux géologiques successifs ; De Vries, qui a popularisé le terme par sa *Mutationstheorie*, a parfaitement compris ce qu'était la mutation (sens de Duchesne), mais par une rencontre singulière, dans l'exemple de l'Œnothère de Lamarck qu'il a pris comme type de plante mutante, il a eu affaire à des *combinaisons* compliquées et non à de vraies mutations venant de naître.

Digitized by Google

recherches : il ne rend pas compte du perfectionnement des adaptations et de leur « fini », comme par exemple dans le cas des mécaniques coaptatives dont les Insectes nous offrent de si nombreux exemples (Voir mon article : Les Coaptations, *La Science Moderne*, 3e année, janvier 1926, p. 39) ; il n'explique pas les orthogenèses progressives et régressives, comme l'évolution des pieds des Chevaux et des bois des Cervidés pendant le tertiaire, comme l'évolution qui, partant d'Insectivores arboricoles de la taille d'un Rat, a abouti aux grands Singes et à l'Homme. Mais cela vaut mieux, après tout, que d'accepter les illusoires solutions du lamarckisme et du darwinisme ; le mutationnisme n'a pas le caractère verbal de ces deux théories, qui sont des enchaînements d'affirmations et d'hypothèses dont la seule preuve réside dans leur pouvoir explicatif des faits naturels ; il a au contraire une armature expérimentale très solide, et chacune de ses assertions repose sur des faits bien prouvés et sur des expériences démonstratives.

Je me bornerai, dans cet article, à examiner le premier chapitre du mutationnisme, c'est-à-dire le concept de la variation héréditaire discontinue ou mutation.

Fig. 3. — *Chelidonium laciniatum* Mill. (forme à pétales et feuilles très découpés), mutant de la Grande Eclaire.

***

La Grande Éclaire ou *Chelidonium majus* L. (fig. 2) est une Papavéracée à petites fleurs jaunes qui est commune de mai à octobre sur les vieux murs, les décombres, les lieux vagues, les haies, en France, Belgique et Suisse, ainsi que dans le reste de l'Europe, sauf les régions arctiques. En 1590, un pharmacien de Heidelberg, Sprenger, qui cultivait des plantes officinales dans son jardin, et entre autres la Grande Éclaire, trouva un pied de Chélidoine qui se distinguait de la forme habituelle par des feuilles et des pétales profondément divisés (fig. 3) ; il l'envoya à divers botanistes, qui tous la déclarèrent nouvelle ; on l'appela *Chelidonium laciniatum* Mill. Elle est entièrement constante de graines, et depuis l'époque de Sprenger, elle s'est conservée dans les jardins botaniques, à côté de *majus*, aussi vigoureuse que cette dernière, et elle se resème en assez grande abondance. La Chélidoine laciniée est signalée çà et là en France et en Belgique, mais toujours rare et disparaissant facilement (murs d'anciennes fortifications à Nancy, sur un vieux mur à Versailles, à Bordeaux, sur des décombres et vieilles murailles à Belcaire dans l'Aude). Il n'y a aucun retour à la forme *majus* ancestrale.

Que nous enseigne l'histoire de la Chélidoine laciniée ? 1° Que la variation héréditaire apparaît brusquement, sans raison apparente (cela ne veut pas dire que la mutation n'a pas de cause, ce qui serait absurde, mais bien qu'elle n'est pas en relation avec une cause simple et évidente) ; ceci est déjà une grave nouveauté. En effet, pour Lamarck et Darwin, la variation intraspécifique pouvait être comparée à un plan incliné ; il peut y avoir une grande différence de niveau entre la base et le sommet d'un tel plan, mais au moins il y a tous les intermédiaires possibles, comme il semble y en avoir entre un nain et un géant. Or, il est incontestable que la mutation laciniée a apparu tout d'un coup, sans qu'il y ait eu de passage entre le type normal *majus* et la nouvelle forme ; on pourrait assez justement comparer la variation mutative à un escalier ayant tantôt de très hautes marches (cas de la Chélidoine), tantôt de très petites marches, aussi petites que l'on voudra, mais tout de même des marches.

2° La mutation peut créer d'un seul coup, entre le type et son mutant, des différences qui sont comparables aux différences qui séparent les espèces naturelles. Si un naturaliste australien, venu en Europe pour cataloguer la flore du continent, avait trouvé la Chélidoine laciniée poussant sur un vieux mur, à l'état sauvage, assurément, il n'aurait pas manqué d'en faire une espèce particulière, *Chelidonium laciniatum*, et il n'aurait pas été embarrassé pour établir une diagnose différentielle la séparant du *Chelidonium majus*. Nous voyons donc se constituer

Digitized by Google

par mutation une petite espèce nouvelle, ce qu'on appelle un *jordanon* (1), qui s'isole de l'espèce mère par le fait qu'elle s'autoféconde.

3° La mutation apparaît sans aucun rapport avec une utilité ou une nécessité quelconque ; elle est complètement indéterminée à ce point de vue. Le mutant peut être plus vigoureux que le type, ou moins robuste que lui, ou l'être autant, ou encore avoir une vitalité si faible qu'il est incapable de vivre (mutation léthale). Cela ne se voit qu'à l'expérience. Dans le cas de la Chélidoine laciniée, il est probable que sa vigueur est un peu inférieure à celle de la Grande Chélidoine, mais en somme l'une et l'autre vivent parfaitement sous notre climat.

***

Que s'est-il donc passé, dans l'intimité de la plante, pour produire ce changement visible? Incontestablement, il y avait quelque chose de changé dans la graine, ou œuf fécondé, qui a donné le pied laciné de 1590 ; ce n'était plus tout à fait une graine de *Chelidonium majus*, et ce changement était permanent, puisque la forme laciniée persiste depuis plus de trois siècles. Or il est évident que les caractères d'une plante ou d'un animal sont renfermés à l'état potentiel dans l'œuf fécondé, qu'on peut appeler le patrimoine héréditaire ou germen. Les expériences modernes sur l'Hérédité qui se poursuivent depuis 1900 nous ont appris qu'ils n'y sont pas renfermés d'une façon globale et vague, quasi-métaphysique, mais qu'ils sont liés à quelque chose d'autonome et de précis, que l'on appelle des *facteurs* ou *gènes* ; pour beaucoup de raisons, on regarde ces facteurs comme des particules matérielles extraordinairement petites, de constitution chimique définie, qui sont logées dans les noyaux des cellules sexuelles et, avec plus de précision, dans la substance nucléaire facile à mettre en évidence par certaines colorations, que l'on appelle *chromatine*.

(1) Linné a donné le nom de *Draba verna* à une petite Crucifère assez commune, qui a été étudiée avec pénétration par le botaniste lyonnais Alexis Jordan ; celui-ci montra que l'on pouvait extraire de l'espèce linnéenne ou *linnéon* plus de 200 formes que l'on peut cultiver côte à côte, et qui présentent entre elles de légères différences permanentes ; elles restent distinctes parce qu'elles s'autofécondent, la pollinisation ayant lieu dans le bouton. Ce sont ces espèces-unités que Lotsy a proposé d'appeler *jordanons*. Il serait logique de donner à chacune d'elles un nom spécifique, mais comme il n'y a pas de mémoire humaine qui soit capable d'emmagasiner une telle nomenclature, on continue à parler de *Draba* ou *Erophila verna*, tout en sachant très bien que c'est une espèce collective, une sorte d'accolade qui réunit des jordanons plus ou moins différents. Chez les animaux, l'équivalent du jordanon est la *race pure*, ayant reçu de son père et de sa mère un patrimoine héréditaire identique : le Chien, au sens banal du mot, la Souris, la Poule sont des linnéons, qui renferment d'innombrables jordanons.

Supposons que l'un de ces facteurs (un seul) soit modifié dans sa constitution chimique (que nous ignorons, du reste), cette mutation se traduit, lorsque l'être vivant se développe, par une modification précise d'un caractère déterminé, parfois de beaucoup de caractères. Ainsi, lorsque dans le patrimoine héréditaire d'une Souris grise, un certain facteur, que nous désignerons conventionnellement par la lettre C, sera modifié et aura acquis une nouvelle composition que nous désignerons par A, nous savons que la Souris qui sortira de l'œuf modifié A sera dépourvue de tout pigment ; elle sera blanche à yeux rouges ; et nous en conclurons que le facteur C a un rôle à jouer dans la formation du pigment, sans pouvoir toutefois préciser très nettement ce rôle ; peut-être la présence de C déclenche-t-elle une série de réactions qui finalement aboutissent dans les poils et les cellules rétiniennes, choroïdiennes et iridiennes à la fabrication de grains colorés ; si C est muté en A, les réactions ne se produisent plus, et la Souris n'a plus de pigment. Si un autre facteur de la Souris grise, désigné conventionnellement par R, est modifié chimiquement et devient W, nous savons que la Souris qui sortira de l'œuf W présentera, au lieu de la marche rectiligne habituelle, la curieuse anomalie de la valse : elle tournera continuellement sur elle-même quand elle se déplacera, sans jamais pouvoir marcher en ligne droite. Dans le cas de la Chélidoine nous attribuerons la mutation laciniée à la modification chimique d'un facteur, modification qui s'est produite dans un certain nombre d'ovules et de grains de pollen de la plante mère. Un pied, provenant de la fécondation d'un ovule modifié par un grain de pollen également modifié, apparut comme laciné, et l'on comprend que le type nouveau se conserve tel quel depuis des siècles, car, dans l'immense majorité des cas, une mutation est irréversible.

Ceci, c'est la cause immédiate du changement visible, mais quelle est la cause de la cause? Qu'est-ce qui a touché le facteur en question dans le noyau des cellules reproductrices de la plante-mère? C'est assurément un phénomène rare, puisque si *laciniatum* a apparu plusieurs fois, ce qui est possible et probable mais non certain, la mutation a néanmoins quelque chose d'exceptionnel. Dans le cas de la Chélidoine, nous ne pouvons absolument pas répondre. C'est, en effet, une lacune, une page presque blanche du mutationnisme qui longtemps a cherché en vain à définir la cause du changement chromatinien, base de la mutation, et généralement a échoué dans ses tentatives de produire expérimentalement des mutations définies ; on ne connaît guère qu'une expérience réussie, qui paraît du reste avoir toutes les garanties d'authenticité.

Digitized by Google

***

On a remarqué depuis longtemps que dans certaines localités abondent des Papillons mélaniques, dont les ailes et le corps sont d'une teinte noire plus ou moins intense (fig. 4 et 10), alors que le type considéré comme normal est blanchâtre, grisâtre ou jaune clair ; tantôt, dans ces stations, l'espèce est représentée uniquement par la variété noire, tantôt le type clair persiste à côté d'une majorité de Papillons foncés ; ainsi à Birtley, dans le Durham, des *Cidaria*, des *Boarmia*, le *Biston betularia* (fig. 10), l'*Antitype chi*, le *Parastichtis monoglypha*, etc., présentent ce phénomène. Or, ces centres de mélanisme sont toujours, semble-t-il, au voisinage des villes et spécialement de centres industriels : Hambourg, Crefeld (la contrée noire) mélaniques. Des témoins des mêmes lots d'œufs reçurent une nourriture normale ; ces derniers suivis pendant plusieurs générations ne présentèrent pas un seul cas de mélanisme. Il en fut tout autrement pour les Papillons issus des chenilles dont la nourriture renfermait des sels métalliques.

Constamment, les premières générations de ces derniers furent des Papillons normaux, ce qui montre que la nourriture métallisée n'agit pas directement sur le corps (constatation d'une extrême importance, car elle exclut toute idée lamarckienne de l'inscription dans le patrimoine héréditaire d'un caractère acquis préalablement par le corps) ; mais dans les générations suivantes, toujours avec nourriture métallisée, apparurent quelques individus nettement mélaniques (fig. 4) (3 sur 58 papillons de *Selenia*, 1 sur 98 *Tephrosia bistor-*

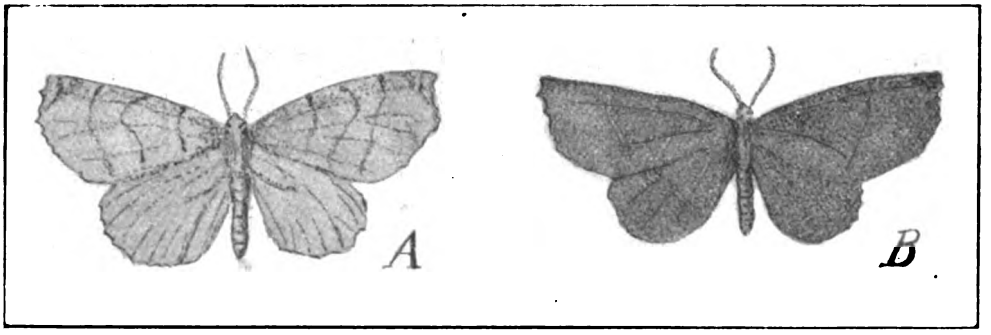


Fig. 4. — A, mâle normal de *Selenia bilunaria* Esp. ; B, mâle mélanique de l'expérience Harrisson et Garrett (voir *Proc. Roy. Soc.*, 99 B, 1926).

en Allemagne, Lille en France, la vallée de la Tyne, Dinsdale (forges), Birtley (mines de charbon, forges, briqueteries, fabriques de munitions en 1918) en Angleterre, Pittsburg aux États-Unis ; cela suggère une relation de cause à effet, et on a pensé que le mélanisme pouvait être déterminé par la nourriture altérée par les sels métalliques de la fumée des fabriques, qui se déposent sur les feuilles des plantes avoisinantes.

Cette hypothèse a été brillamment vérifiée par Harrison et Garrett (1926), qui ont montré qu'il s'agissait de véritables mutations, changements factoriels déterminés dans les cellules sexuelles par la modification chimique de la nourriture. Ils se sont procuré des œufs de *Selenia bilunaria*, *Tephrosia crepuscularia* et *bistortata*, provenant de localités où il n'y a pas de cas de mélanisme (du reste à l'état de nature, on ne connaît pas de race mélanique chez *Selenia bilunaria*) ; les chenilles furent nourries avec des branches d'Aubépine et autres plantes convenables, ayant absorbé des solutions faibles de nitrate de plomb, ou de chlorure ou de sulfate de manganèse ; ou bien avec de l'Aubépine cueillie dans une station (Birtley) où abondent les race *tata*, 1 sur 23 *Tephrosia crepuscularia*). Ces formes noires étaient des mutants, et des croisements appropriés prouvèrent que la mutation était héritable, une fois apparue, même lorsqu'on cessait la nourriture métallisée. Chez *Tephrosia crepuscularia*, il semble bien que le facteur du noir est dominant sur le facteur de la coloration claire, exactement comme dans la race mélanique que l'on connaît à l'état sauvage chez cette espèce et d'autres Boarminés.

L'introduction du métal dans les sucs du corps a touché, dans les cellules sexuelles, un facteur précis ; il n'est pas probable que ce soit une combinaison d'ordre chimique entre le métal et le facteur (puisque le plomb et le manganèse aboutissent au même résultat) ; c'est une influence atomique ou moléculaire que nous ne pouvons pas autrement préciser ; les cellules sexuelles portant le facteur modifié ont dès ors évolué en Papillons mélaniques.

H.-J. Muller a annoncé récemment (1927) des résultats très intéressants (mais sans encore donner de détails), obtenus en traitant des Drosophiles mâles par de fortes doses de rayons X ; la progéniture a présenté des mutations, qui dans ce cas ont été transmises évidemment par les spermatozoïdes, et

Digitized by Google

reproduisent souvent des mutations déjà observées chez cette Mouche, objet depuis plusieurs années d'études approfondies ; la fréquence des mutations par rapport à celle des mutations naturelles de l'espèce est de l'ordre de 15 000 à 1.

Enfin, Bagg, Hanson et Little ont traité des Souris par des rayons X et 6 p. 100 des petits ont présenté diverses anomalies, entre autres dans les yeux. Une des anomalies oculaires est bien une mutation héréditaire, et en pratiquant des croisements judicieux, elle finit par s'hériter dans la proportion de 100 p. 100.

Il y a encore bien des incertitudes dans ces expériences de production à volonté de mutations définies ; mais n'oublions pas que nous écrivons seulement les premières lignes de ce chapitre du mutationnisme. Si les mutations sont déclenchées par divers agents externes (on ne voit pas du reste qu'elles puissent avoir une autre origine), il reste à comprendre pourquoi le facteur sensible est touché dans un nombre toujours petit d'individus, et non dans les autres ; il y a dans cette disposition à muter quelque chose qui se passe dans l'intimité profonde de la chromatine du noyau des cellules sexuelles, que nous ne comprendrons probablement pas de sitôt. Pour l'instant, n'en demandons pas trop ; le plus urgent est de vérifier les expériences qui ont réussi, afin de pouvoir être sûr de leur solidité.

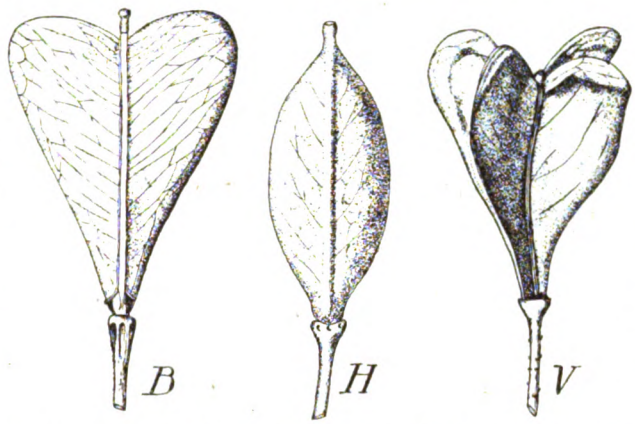


FIG. 5. — Exemple de mutation chez une Crucifère, portant entre autres sur la constitution du fruit (silicule). B, silicule à deux carpelles échancrés de la forme type, *Capsella Bursa-pastoris* ; H, silicule à carpelles arrondis de la mutation *C. Heegeri* (Solms-Laubach) (Landau, 1897) ; V, silicule à quatre carpelles échancrés de la mutation *C. Viguieri* (Blaringhem) (Izeste, 1908). D'après Massart (*Biologie générale*, I).

Il est permis de supposer, par analogie avec le cas des Papillons mélaniques, que le pied-mère de *Chelidonium majus* qui a été modifié en 1590 a poussé par hasard dans une terre de composition chimique spéciale, ou bien a été traversé par des radiations de courte longueur d'onde, ultra-violets ou rayons X, ou bien a subi à un moment donné une température particulière, etc. Seule une expérience qui aboutirait à la production d'un *laciniatum* en partant de *majus* pourrait indiquer quel est l'agent de l'ambiance qui a déterminé la mutation dans le jardin d'Heidelberg.

***

Il faudrait des volumes pour relater les cas de mutations connus chez les plantes et les animaux ; j'en citerai quelques-uns au hasard : les jolis Coquelicots « Shirley poppy », remarquables par leur grande variété de couleurs, proviennent d'un simple pied du Coquelicot commun (*Papaver rhœas*) trouvé en 1882 par W. Wilks ; le premier *Petunia* double a été remarqué en 1885 dans un jardin privé de Lyon (Ziegler) ; Hayes a découvert un mutant de Tabac chez lequel le nombre moyen des feuilles est de soixante-dix au lieu de vingt, et Cockerell a isolé un pied unique à fleurs rouges, mutant du Soleil jaune, qui maintenant constitue une variété bien fixée. La Crucifère *Capsella Bursa-pastoris* (fig. 5), dont le fruit est une silicule à deux carpelles échancrés, a présenté la mutation *Heegeri* à carpelles arrondis, trouvée en 1897 sur la place du Marché à Landau, et la mutation *Viguieri*, à quatre carpelles échancrés, trouvée en 1908 à la gare d'Izeste (Basses-Pyrénées). Le *Chelidonium laciniatum* a muté à son tour et vers 1661, au Jardin botanique de Paris, a donné une forme *fumariæfolium* à feuilles excessivement divisées comme celles de la Fumeterre, mais qui se maintient difficilement, car elle ne donne que peu ou point de graines. Une plante de Zanzibar, introduite en Europe vers 1880, l'*Impatiens Sultani*, était multipliée par boutures et par semis et se montrait parfaitement constante, notamment en ce qui concerne les fleurs d'un rouge carmin, réunies par deux ; or, en 1890, dans un établissement d'horticulture à Etterbeek, au milieu d'un semis, neuf plantes nouvelles différentes les unes des autres apparurent, dont les fleurs avaient des formes très variées et des coloris allant du rose pâle au violacé ; de plus les inflorescences portaient jusqu'à cinq fleurs, ce qui classait les pieds nouveaux dans une autre section du genre *Impatiens*, le nombre des fleurs par inflorescence étant considéré comme une bonne caractéristique des sections ou sous-genres. Mentionnons encore les Pois de senteur, issus de *Lathyrus odoratus*, les Reines-Marguerites, issues de *Callistephus sinensis*, et les innombrables formes horticoles de Dahlias, de Bégonias, de Chrysanthèmes, de Pieds-d'Alouette, de Mufliers, de

Digitized by Google

Tulipes et de Jacinthes, d'arbres fruitiers qui ont toutes, forcément, des origines mutatives ; il n'est guère de botaniste herborisant qui n'ait rencontré dans la nature, un jour ou l'autre, quelque mutation de couleur de plantes communes, comme les mutants à fleurs blanches d'*Hepatica triloba*, de Gentiane ou de Violette.

Parmi les animaux, on n'a aussi que l'embarras du choix pour les exemples à citer ; en 1914, à Mora, dans le Minnesota, dans un élevage de Bœufs Holstein, noir panaché de blanc, apparurent deux Veaux albinos à yeux rouges ; la mutation a dû se produire chez le Taureau utilisé dans les croisements ; les mutants sont dominants et lorsqu'on les croise avec des Vaches Holstein normales, donnent seulement des albinos. Des élevages de Souris ont fourni plusieurs fois des individus à queue courte ou nulle : un petit mâle à queue courte à Zurich en 1911, dans une portée de cinq petits provenant de deux parents à longue queue normale (Lang), une femelle anoure en septembre 1918 à Montpellier (Duboscq) (fig. 6), des mutants anoures ou brachyures en 1927, à Paris (Mme Zavadskaia). Le Lapin dit Castorrex, recouvert uniquement de bourre sans poils de jarre, date de 1919 (deux individus dans une ferme de la Sarthe). Vers 1925, dans un petit village du Puy-de-Dôme (Sauvagnat Sainte-Marthe), M. P. Millon m'a signalé la présence de *Mus rattus* presque blancs, à yeux noirs, la face dorsale étant couleur café au lait très étendu ; en dépit de leur plus grande visibilité, ces mutants se maintiennent dans une maison du village, au moins depuis trois ans. La race de Pigeon culbutant courte-face date de 1850 et provient d'un Pigeon qui se fit remarquer par la forme de son bec ; le Serin jaune est apparu brusquement entre 1677 et 1713, dans des élevages de *Serinus canarius*, provenant des îles Canaries et de Madère et introduit en Europe au XVIe siècle. Le Paon à épaules noires (variété *nigripennis*) a été signalé pour la première fois en Angleterre au cours du XIXe siècle, dans des familles de Paons communs, et en cinq localités différentes. Le Faisan commun (*Phasianus colchicus*) demi-sauvage d'Angleterre a présenté vers 1888 une mutation mélanique (*tenebrosus*) qui est dominante dans les croisements et paraît plus vigoureuse que le type.

Fig. 6. — Souris blanche femelle à queue courte (de l'élevage Duboscq).

Dans certaines mares d'Angleterre et en particulier dans un abreuvoir près de Leeds qui a été creusé il y a une cinquantaine d'années, et qui est riche en Mollusques, *Limnea pereger* seule, depuis 1901, renferme des formes sénestres, environ 3 p. 100 du nombre total. Dans un élevage en aquarium de *Limnea pereger* dextres et sénestres, en Angleterre, vers 1926, apparut une Limnée albinos qui a été la souche de nombreux exemplaires incolores.

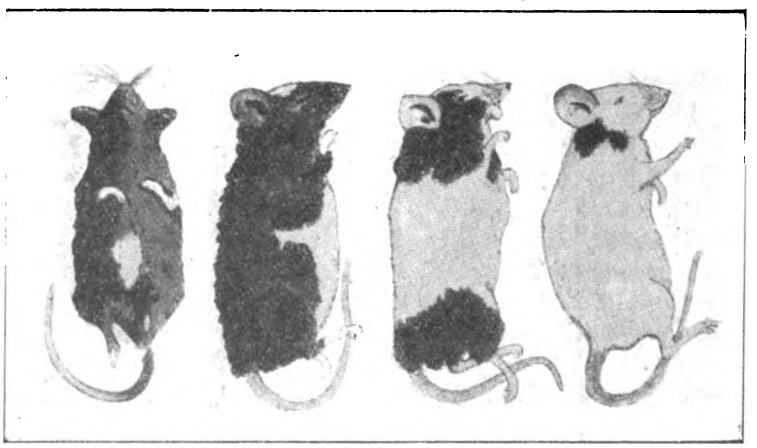


Fig. 7. — Exemple de mutation chez la Souris : panachure à divers degrés (CUÉNOT, *La Genèse des Espèces animales*, 1921).

A côté de ces mutations morphologiques, qui sautent aux yeux et ont été naturellement étudiées les premières, il y a des mutations purement physiologiques qui ne se révèlent qu'à l'analyse et ne se

Digitized by Google

traduisent extérieurement par rien de visible ; en 1926, Cammidge et Howard ont trouvé une race de Souris qui a dans le sang une teneur anormale de sucre, 114 à 124 milligrammes pour 100 centimètres cubes, alors que la teneur normale est de 76 à 84 milligrammes ; l'hyperglycémie est dominée dans les croisements par l'état normal. Il y a des Souris qui font du cancer spontané tandis que d'autres dans les mêmes conditions restent indemnes ; il en est chez lesquelles les greffes de tumeurs prennent et se développent jusqu'à la mort du porteur, tandis que d'autres sont réfractaires et résorbent les greffons inoculés. Les groupes sanguins connus chez l'Homme et quelques autres Mammifères sont en rapport aussi avec des mutations factorielles, ainsi que l'immunité innée de certains individus à l'égard de diverses maladies microbiennes.

Les mutations physiologiques ont beaucoup plus d'intérêt évolutif que les morphologiques ; en effet, si ce sont ces dernières qui, à nos yeux, distinguent les espèces les unes des autres, il est probablement assez rare que ce soient elles qui aient été le *primum movens* d'une séparation spécifique. On a remarqué depuis longtemps, et on en a même tiré argument contre Darwin, que les caractères spécifiques visibles étaient presque toujours inutiles, ou tout au moins d'une utilité de second plan ; qu'importe que le *Mus rattus* ait une queue plus longue que le corps, tandis que *Mus norvegicus* a une queue plus courte, que le *Mus sylvaticus* ait le ventre blanc tandis que *Mus musculus* a le ventre gris? Les mutations physiologiques peuvent avoir une tout autre importance, notamment celles qui portent sur l'époque de la maturité des produits génitaux, sur l'instinct, sur un attrait pour une nourriture spéciale ou un éclairement particulier, pour une certaine teneur en humidité ou en salinité, ou sur la faculté de résistance à un parasite habituel. Ces mutations ont un effet capital, parce qu'elles tendent à séparer de la souche un groupe de mutants, à les *isoler* plus ou moins complètement, ce qui, surtout chez les animaux, est la condition préliminaire indispensable à la genèse d'une espèce nouvelle ; elles permettent à certaines combinaisons de gagner des milieux spéciaux qui sont interdits aux autres types, et où elles pourront prospérer sans avoir à redouter de concurrence. Chez les Poissons, les Calmars, les Seiches, on connaît quelques cas d'*espèces jumelles*, vivant toujours ensemble, difficiles à séparer par leurs caractères extérieurs, mais qui sont fortement isolées parce que l'époque et le lieu de ponte sont différents, ce qui tient évidemment à une mutation physiologique.

***

Un caractère de la mutation, c'est d'être *itérative*, c'est-à-dire que si l'on considère un ensemble d'espèces alliées, on trouve souvent dans chacune d'elles des mutations semblables, ce qui tient à la présence, dans chaque patrimoine héréditaire, de facteurs identiques, hérités de l'ancêtre commun : on connaît des albinos parfaits (mutation du facteur C) chez presque tous les Vertébrés, depuis les Poissons jusqu'à l'Homme ; les Orthoptères verts, comme la Mante religieuse, la grande Sauterelle (fig. 8), le *Cyrtaspis scutata*, les *Phaneroptera* et *Homorocoryphus* ont une variété couleur feuille morte, vivant avec le type, qui est évidemment une mutation ; le Rat des maisons (*Mus rattus*), le Surmulot (*Mus norvegicus*), la Souris (*Mus musculus*) présentent des mutations rigoureusement homologues.

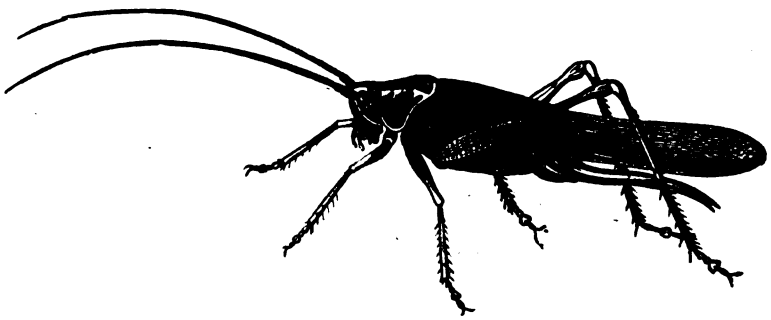


FIG. 8. — La Sauterelle verte (*Phasgonura viridissima*).

Bien entendu, une même mutation peut apparaître dans le sein d'une espèce, dans des pays éloignés les uns des autres, ou bien se présenter à des intervalles éloignés ; il est certain que les divers Chats sans queue que l'on connaît (races de l'île de Man (fig. 9), de Crimée, Perse, Japon, Malacca et Sumatra, etc.) dérivent de mutants indépendants. Les mutants mélaniques (*insularia* avec un peu de blanc, *carbonaria* tout noir) connus chez la Phalène du Bouleau (*Biston betularia*) (fig. 10) se sont développés séparément dans les divers pays où on les rencontre, Angleterre, Allemagne, Belgique, Lorraine, États-Unis, probablement par l'action d'une même cause, mais à des époques différentes, entre 1860 et 1870 à Huddersfield (Angleterre), à Crefeld (Allemagne) vers 1884, en Rhénanie en 1888, à Lille vers 1900, aux environs de Nancy (un unique exemplaire) en 1925.

***

Pour terminer cet exposé de la variation muta-

Digitized by Google

tive, il me faut revenir sur son caractère essentiel, celui de la discontinuité, qui est souvent mal compris. Si l'on range des centaines d'hommes par rang de taille, on trouvera, bien entendu, tous les intermédiaires, millimètre par millimètre, entre le plus petit et le plus grand, ou du moins il y a bien des chances pour qu'il en soit ainsi ; si l'on dispose dans un ordre chromatique toutes les variétés de couleur des Souris, on aura une gamme à peu près continue du noir parfait au blanc pur. Mais ceci est le résultat d'un classement tout artificiel ; la mutation n'apparaît pas d'une façon continue, c'est-à-dire que d'une Souris brune ne sortira pas un type brun clair, ou inversement, de même que le gris foncé n'est pas la source du gris moins intense, etc. Il y a discontinuité presque toujours considérable (sans cela on ne s'en apercevrait pas) entre le type et le mutant ; de la Souris grise à yeux noirs est sortie un jour la Souris blanche à yeux rouges, une autre fois une Souris parfaitement noire, une autre fois une Souris complètement jaune, et il n'y a pas eu d'intermédiaires plus ou moins foncés ou plus ou moins fauves. Les mutations d'une espèce ne dessinent donc un escalier que lorsqu'on les groupe après coup dans un ordre artificiel, qui n'a aucun rapport avec leur ordre d'apparition.

Je ne veux pas dire, cependant, que la mutation est complètement désordonnée ; elle suit évidemment des lois, mais nous les connaissons très mal. Dans quelques cas cependant, on sait qu'une mutation en annonce ou en amorce une autre, dans une direction définie : une race de Moutons, dite barbarine, répandue en Algérie, est remarquable par ses *quatre* cornes (fig. 11) ; or, il n'est pas rare de trouver des exemplaires à cinq cornes, qui sont peut-être des mutants; de même des croisements entre Chèvres à 4 cornes ont donné des mâles portant jusqu'à 7 ou 8 cornes, plus ou moins fusionnées ; il y a visiblement, dans la mutation originelle, une *tendance* à la multiplicité des appendices céphaliques. Le *Chelidonium fumariæfolium*, à feuilles extrêmement divisées, est sorti du *laciniatum*, à feuilles assez divisées, et non pas du *majus* à feuilles lobées.

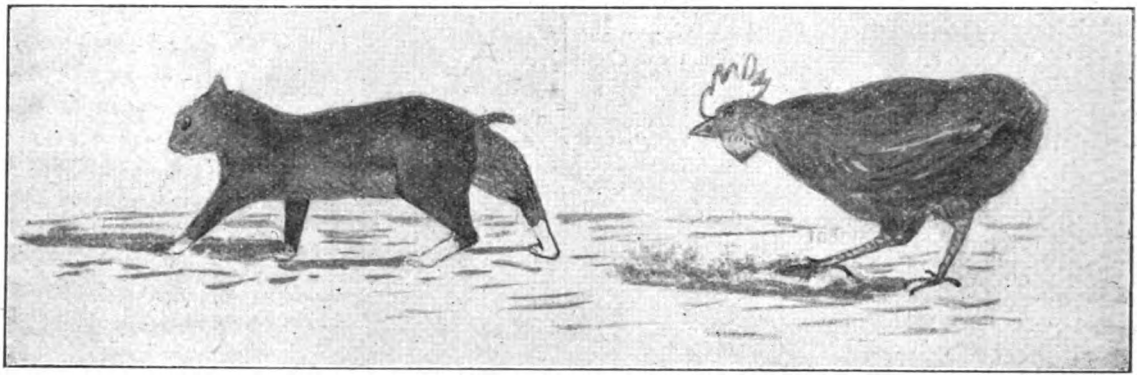


Fig. 9. — Mutations analogues chez le Chat et la Poule de l'Ile de Man, entre l'Angleterre et l'Irlande. Le Chat a une queue courte dans l'exemplaire représenté ; la Poule n'a ni croupion ni queue (Loisel, *Nouvelles Arch. des Miss. scient.*, 14, 1907).

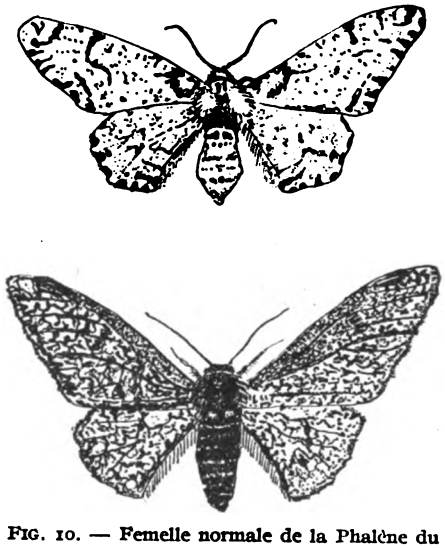


Fig. 10. — Femelle normale de la Phalène du Bouleau (*Biston betularia*) et femelle de son mutant mélanique *insularia* qui tend à se substituer au type dans les régions industrielles (Cuénot, *L'Adaptation*, 1925).

***

La mutation n'est pas seulement une nouveauté en elle-même ; elle est aussi provocatrice d'autres nouveautés par *combinaison*. Supposons que nous ne connaissions que deux races ou jordanons de Souris : la grise à yeux noirs (symbole C) et l'albinos à yeux rouges (symbole A) ; un jour, dans un autre facteur que celui de la pigmentation, apparaît une mutation nouvelle ; ce sera, je suppose, celle de la valse se présentant chez un albinos (dont le symbole devient AW) ; par un croisement convenable, nous pourrons transférer ce facteur muté à la Souris grise à marche normale (CR) qui deviendra CW, de sorte que pour deux mutations A et W, nous avons maintenant quatre types de Souris : CR, AR, CW, AW. Une troisième mutation, celle de la panachure (fig. 7) multipliera par deux le nombre des jordanons, qui deviendra 8, etc.

Digitized by Google

Si nous appelons n le nombre des facteurs qui auront présenté chacun une mutation, l'espèce primitivement uniforme et homogène, comptera 2^n jordanons possibles, tous différents les uns des autres par le patrimoine héréditaire, et souvent par quelque trait morphologique ou physiologique. La Souris grise sauvage qui compte une quinzaine de mutations factorielles (1) bien définies (en réalité beaucoup plus) a donc donné naissance à 2^{15} jordanons, soit 32 768 races possibles ; et que devient ce nombre quand il y a plus de 400 mutations comme chez la petite Mouche *Drosophila melanogaster* ?

Fig. 11. — Mouton de race barbarine, à quatre cornes.

Que l'on ne croie point que cela n'est qu'une vague vue théorique ; depuis vingt-cinq ans que l'on expérimente sur certaines espèces d'élevage commode, on a obtenu en réalité toutes les combinaisons prévues théoriquement que l'on a voulu réaliser ; c'est une affaire de temps, de patience et de matériel.

A l'état de nature, la mutation, bien qu'elle soit fort rare, aboutit, avec la collaboration du temps, au même résultat de multiplication des jordanons possibles : supposons que dans une espèce parfaitement uniforme, il apparaisse une mutation différente tous les cent ans seulement ; au bout de mille ans, ce qui n'est rien dans la vie d'une espèce, il y aura 2^{10} formes possibles, soit 1 024.

Bien entendu, parmi ces 2^n jordanons possibles, le plus grand nombre ne se réalise pas, soit parce que les croisements nécessaires ne se produisent pas, soit parce que les combinaisons ne sont pas viables (plantes sans chlorophylle par exemple), mais les mutations se conservent néanmoins à l'état latent (ou dominé, pour employer le terme technique) et peuvent toujours réapparaître à un moment donné. C'est pour cela que lorsqu'on fait l'élevage en grand d'une espèce, on voit infailliblement apparaître des nouveautés, qui sont en réalité des réapparitions de mutations anciennes, dissimulées jusque-là, et que des croisements plus ou moins consanguins remettent en évidence. On voit que la mutation et la combinaison fournissent à l'évolution un matériel d'une extrême richesse, jusqu'ici insoupçonnée.

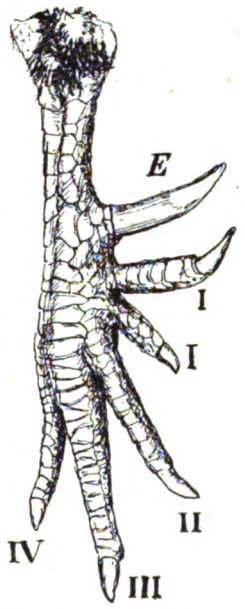


Fig. 12. — Mutation chez la Poule Houdan, se traduisant par la présence d'un cinquième doigt résultant du dédoublement du pouce (I) ; II, III, IV, les 3 doigts antérieurs ; E, ergot. Il y a chez ce mutant, tendance à la triplicité du pouce (DAVENPORT, *Carnegie, Inst. of Washington*, nº 52, 1906).

***

Puisque mutation et combinaison sont les seuls modes de variation, il s'ensuit nécessairement que les différences entre espèces parentes sont les résultats de mutations morphologiques ou physiologiques dans le patrimoine héréditaire de l'ancêtre commun. Comme l'a remarqué très justement De Vries, nous définissons les espèces sauvages (linnéons ou jordanons) par un certain nombre de caractères indépendants dont l'assemblage nous assure l'identification entre le type décrit dans les livres et les individus que l'on détermine ; or, nous définissons aussi les mutants et les combinaisons par des caractères indépendants de même ordre. Il ne manque donc au mutant, pour devenir ce que l'on appelle familièrement une bonne espèce, que d'exister dans la nature à l'état sauvage et isolé, ce qui est évidemment affaire de chance. La plupart des mutations de couleur de la Souris jaune, brune, noire, albinos, grise panachée, grise à ventre blanc, ont été vues dans la nature à l'état sauvage, et n'ont aucun rapport d'origine avec l'état de domestication ; mais il se trouve que jusqu'ici aucune ne s'est établie en espèce ou sous-espèce autonome, sauf la Souris grise à ventre blanc (Açores, *Mus Wagneri* d'Asie et du sud-est de la Russie). Il y a un parallélisme parfait, auquel on doit s'attendre en bonne logique, entre les caractères spécifiques, même les plus singuliers, et les mutations qui apparaissent dans le sein des espèces ; la réciproque n'est pas tout à fait vraie, car il y a des mutations extraordinaires (valse des Souris, pirouette des Pigeons culbutants, monstres) qui ne sont jamais devenues caractères d'espèces, ou, pour autrement parler, elles n'ont jamais fait partie d'un ensemble correspondant à une espèce viable. La Nature n'utilise qu'une très petite partie du riche matériel que lui offre la mutation, et les formes réelles ne sont qu'une infime minorité à côté des formes possibles.

(1) C'est ce phénomène de la multiplication rapide des nouveautés, qui survient après l'apparition d'une ou de plusieurs mutations, que les horticulteurs traduisent par le mot d'affolement.

Digitized by Google

Informations scientifiques

La vitesse de la Terre. — M. E. Brylinski, discutant les récentes observations de MM. Piccard et Stahel sur la vérification des expériences de Michelson sur le vent de l'éther, par Miller, fait remarquer que, selon l'heure de la journée, la vitesse de la Terre par rapport à l'éther doit forcément varier, en raison du fait que les mouvements de rotation et de translation de notre planète tantôt s'ajoutent et tantôt sont inverses par rapport à l'éther.

« La courbe des vitesses de la Terre que devrait donner l'interféromètre de Michelson au cours d'une journée, dit M. Brylinski, peut avoir la forme d'un pseudo-sinusoïde de maximum très aplati et de minimum creux, ou d'une pseudo-sinusoïde de période moitié à deux minimums inégaux. C'est à cette seconde forme que l'on peut rapporter les résultats obtenus par Miller dans la période avoisinant le 15 septembre 1925. A côté du minimum principal ayant lieu vers 18 heures et donnant une vitesse d'environ 3,8 kilomètres-seconde, et d'un maximum correspondant à environ 10 kilomètres-seconde vers 11 heures, il y a au moins un minimum secondaire, donnant une vitesse d'environ 7,1 kilomètres-seconde vers 6 heures. Si donc on se reporte aux résultats de Miller, l'heure de 5 à 6 correspond non pas au maximum de la vitesse décelée par l'appareil au cours de la journée, mais à un minimum secondaire donnant une déviation à peu près égale à la moitié seulement de celle correspondant au maximum. On devait donc s'attendre avec l'appareil des savants belges à une sinusoïde d'amplitude atteignant seulement + 1,6 millième de frange. »

Il faut considérer encore, dit M. Brylinski, que les auteurs en question semblent avoir pris simplement la moyenne arithmétique des résultats obtenus en un certain nombre de points géographiquement repérés. La méthode n'est peut-être pas applicable avec l'appareil employé. Le fait que les couches obtenues dans les essais successifs sont mal en phase les uns par rapport aux autres s'explique très naturellement par la délicatesse de l'expérience et l'importance des causes perturbatrices. Chaque courbe devrait être prise et examinée en soi, pour procéder ensuite à la comparaison des résultats sans s'occuper des diphasages successifs. On obtiendrait probablement une sinusoïde moyenne voisine de celle qu'on pourrait prévoir. En fin de compte, l'expérience de MM. Piccard et Stahel confirmerait les résultats de Miller plus qu'elle ne les infirmerait.

L'immatriculation des œuvres d'art. — MM. E. Bayle, M. George et A. Mache examinent le problème (*Académie des sciences*, 19 décembre 1927). On sait qu'on a proposé d'identifier les œuvres d'art par l'apposition des empreintes digitales sur l'œuvre et sur une fiche annexée à la déclaration de l'auteur. La méthode repose sur une base solide, mais, disent les signataires de la note, il faut remarquer que l'empreinte de l'artiste pourra être facilement reproduite par des procédés photomécaniques et apposée par des faussaires sur des copies ou imitations de son œuvre. C'est donc moins sur ce « cachet » personnel, mais, comme tout autre, imitable, que sur les caractères mesurables de l'œuvre qu'il importe de baser un système d'identification.

Voici donc par quel ensemble de documents devrait être constituée la fiche d'identité d'une œuvre :

1° Une photographie en grandeur réelle d'une partie du sujet faite sous une incidence donnée choisie pour faire saillir tous les détails des coups de brosse et de leur arrangement et sous un rayonnement donné d'un appareil à sélection polychrome qui a été précédemment décrit.

2° Une radiographie donnant la projection sur les fils de la toile ou les fibres du bois de l'arrangement des touches de peinture.

Pour dégager à l'aide de cette radiographie un nouveau caractère mesurable du tableau, les auteurs se placent dans des conditions permettant de mesurer le rapport exact des densités d'un point à l'autre de la radiographie. Un appareil, construit sur les indications de deux d'entre eux, pour la mesure de l'égalité des densités en deux points d'un spectrogramme, a été facilement adapté à la lecture de ces radiographies qui présentent une structure discontinue.

3° Enfin une photographie de l'ensemble de l'œuvre sert à repérer les régions étudiées en détail.

L'application de cette méthode d'identification n'est pas limitée aux œuvres peintes : elle a été étendue à l'œuvre des sculpteurs et des artistes décorateurs.

A propos de Glozel. — On sait que M. Ch. Depéret fait remonter au début du Néolithique l'âge du gisement préhistorique de Glozel. Qu'est-ce que cela peut représenter en années, ou siècles? C'est la question que se pose M. P. Combes (*Académie des sciences*, 27 décembre). A ce propos, il rappelle que R. Kerviler, se basant sur l'examen d'une coupe faite en 1877 lors du creusement du bassin de Penhoet, à Saint-Nazaire, et sur les trouvailles faites à diverses hauteurs dans cette coupe, a cru devoir fixer au Ve siècle avant notre ère la fin du Néolithique, et le début de l'âge du bronze.

La vasière de Penhoet présentait une succession de couches de sable, d'argile et de lignite, se répétant dans le même ordre, un nombre considérable de fois sur toute la hauteur de la coupe. Chaque groupe de trois couches représentait, d'après Kerviler, le sédiment déposé en une année, la couche végétale représentant l'apport de chaque automne.

Chaque groupe de trois strates (sable, argile, matière végétale) avait $0^m,0037$ d'épaisseur, d'où il résulte que les sédiments d'un siècle étaient représentés par $0^m,37$ de strates.

Kerviler ayant découvert, à 6 mètres au-dessous du sol, des fragments d'amphores, des poteries samiennes et une pièce de monnaie à l'effigie de l'Empereur éphémère des Gaules : Tétricus-Pivésus (267 à 274 après J.-C.), il déduisit que, du IIIe au XIXe siècle, le sol de la vasière avait mis seize siècles à s'exhausser de 6 mètres, ce qui donnait bien $0^m,37$ par siècle.

A $8^m,50$ au-dessous du sol, Kerviler découvrit des haches en pierre emmanchées dans des douilles en corne de cerf, des lames en silex, des poteries faites à la main, des épées et poignards en bronze, des pierres d'amarrage, et de nombreux débris de *Bos primigenius*, d'*Ursus*, de Suidés et de Cervidés.

Entre 6 mètres, profondeur datée par le bronze de

Digitized by Google

Tétricus du IIIe siècle et les trouvailles de pierres polies et de bronze, faites à 8m,50, on trouve une différence de 2m,50, soit sept fois 0m,37 ou sept fois un siècle.

Les armes de pierre les plus récentes et les épées de bronze remonteraient ainsi au Ve ou VIe siècle avant notre ère.

Si l'on considère le *chronomètre* de Kerviler comme étant exact, et s'il est licite de croire que chaque année la même épaisseur de sédiments, exactement, s'est déposée — ce qui est discutable — il est permis de penser qu'entre le début et la fin du Néolithique et du Néolithique à nos jours un temps plus court que ne le supposaient les préhistoriens s'est écoulé. Cela expliquerait, dans une certaine mesure, l'apparence de civilisation avancée du peuple de Glozel que M. Depéret date du début du Néolithique.

Le creusement de la nouvelle forme-entrée du port de Saint-Nazaire, en 1928, qui fera communiquer la Loire avec le bassin de Penhoët, permettra de contrôler et de compléter les observations déjà anciennes de Kerviler, et sans doute cette occasion sera utilisée.

L'hérédité des fontes. — Il est bien connu que les fontes ne tiennent pas leurs qualités de leur seule composition : leur passé paraît jouer un rôle, et ceci explique que les produits présentant la même composition chimique, mais ayant passé par des expériences diverses, manifestent des propriétés très dissemblables. On cite notamment, a dit M. L. Thomas, dans une curieuse note sur ce sujet, à l'*Académie des sciences* (27 décembre), des fontes élaborées dans des hauts fourneaux à vent froid et dont l'introduction dans les charges de produits à refondre communique aux moulages des résistances fort élevées. Et, lorsque ces produits de refusion sont eux-mêmes refondus, sous forme de bocages par exemple, la haute qualité se perpétue. Ce sont là des faits utilisés chaque jour dans la fonderie et des matières premières spéciales quant à l'origine, mais dont la pureté ne diffère pas de celle des fontes hématites, sont généralement mises en œuvre pour les fabrications soignées. Inversement, on obtient difficilement l'étanchéité des pièces fabriquées à partir de lingots de fonte présentant de grosses ségrégations du graphite.

A quoi tiennent ces faits? Des « ferments métalliques » dont on ne précise pas la nature sont-ils en jeu? M. L. Thomas croit plutôt que l'hérédité dont il s'agit est due à ce que les lamelles de graphite existent dans l'alliage restant en surfusion pendant le court intervalle de temps où il est porté à l'état liquide lors des pressions ultérieures, en raison même de la rapidité du passage à haute température. Les qualités de résistance de la fonte sont en rapport étroit avec sa structure, surtout avec l'état de division et de répartition des lamelles de graphite, et si celles-ci sont supposées rester sans changement appréciable d'une fusion à l'autre, tout s'explique.

M. L. Thomas a voulu vérifier expérimentalement le bien fondé de cette interprétation, mais jusqu'ici il n'a pas atteint une conclusion ferme.

M. Léon Guillet signale l'intérêt du problème étudié par M. L. Thomas. « On a, dit-il, signalé à diverses reprises des produits métallurgiques ayant même composition chimique, étant obtenus par des méthodes identiques, ayant subi les mêmes traitements, possédant cependant des propriétés différentes, notamment des résiliences et des résistances aux chocs répétés, variables d'un alliage à l'autre. Un fait a été remarqué particulièrement en ce qui concerne les aciers spéciaux, pour les fontes et même pour les métaux à alliages légers.

Il convient toutefois de faire une réserve. L'identité de composition est-elle réelle? L'analyse chimique est-elle complète? Ce n'est pas certain. Elle néglige les gaz occlus dont l'importance est parfois très notable. M. L. Thomas montre bien par ses expérineces que dans les conditions de celles-ci, l'hérédité des fontes ne paraît pas provenir nécessairement de la permanence des lamelles de graphite. C'est quelque chose, mais la conclusion est plutôt négative : on voudrait un résultat positif.

La torpille postale. — MM. L. Hirschauer et A. Talon se sont demandé si l'on ne pourrait pas, entre deux gros centres comme Paris et Lyon, accélérer très notablement le service postal. Et dans une curieuse communication à l'Académie des sciences (3 janvier), ils font les calculs d'une torpille automotrice roulant sur voie de fer guidée et chargée de lettres et trouvent qu'il serait aisé d'établir un système de transport postal permettant des vitesses de 350 kilomètres à l'heure à une torpille de 125 kilogrammes, dont 25 de fret utile.

Le technicien trouvera dans cette note une discussion complète des données du problème et des moyens de le résoudre. Forme, dimensions, contenance, puissance de l'automoteur, vitesses de rotation des organes de roulement, portée de la superstructure aérienne, poids, construction, et le reste, tout a été étudié et calculé avec soin et, disent les auteurs, « l'étude détaillée des données d'exploitation d'une telle ligne supposée établie, sur une distance moyenne de 400 kilomètres, entre deux centres industriels et commerciaux de première importance, a permis d'établir qu'avec un service intensif de quatre heures par jour, complété par un service à départs espacés de cinq minutes pendant sept heures et de quinze minutes pendant cinq heures, le prix de revient de la tonne kilométrique serait de l'ordre de 2 francs, en supposant utilisée la totalité du fret offert, ce qui correspond à une surtaxe de 0 fr. 015 par pli de 20 grammes et de 0 fr. 80 par colis de 1 kilogramme, pour la distance considérée ». Ce qui n'a rien d'exorbitant.

« Toutefois, ces données ne sont valables que dans les conditions de rendement envisagées qui correspondent à un débit journalier d'environ 12 tonnes dans chaque sens. Si ce débit utile tombait à 1 tonne, le prix de revient s'élèverait à 22 fr. 40, soit à un taux comparable à celui de la tonne kilométrique de transport aérien. »

A coup sûr, les avantages considérables de vitesse et de régularité de la voie de fer justifieraient la perception de très fortes surtaxes pour les plis comportant garantie d'un délai très réduit de distribution, mais ces surtaxes, croissant avec la longueur de la ligne, pourraient devenir rapidement prohibitives.

En résumé, la voie ferrée aérienne ultra-rapide, spécialisée aux transports extra-légers, ne saurait concurrencer l'avion sur de très longs parcours. Elle se justifierait, par contre, pleinement dans les pays où existent de très forts courants commerciaux, comme il s'en trouve, notamment, en Europe occidentale et, plus particulièrement, en France, où elle constituerait, par son rôle intermédiaire entre les liaisons télégraphiques ou téléphoniques, rapides mais succinctes, et les relations postales, beaucoup trop lentes, un instrument de développement économique de tout premier ordre.

L'utilisation des huiles d'animaux marins dans les moteurs. — Les huiles de mammifères marins et de

Digitized by Google

poissons sont utilisables par le moteur type Diesel, comme chacun le sait. M. H. Maraht, avec la collaboration de M. G. Lumet, a donné à l'Académie des sciences des indications intéressantes sur les résultats obtenus.

Les essais ont été effectués avec deux moteurs de 4 et 10 chevaux en service courant depuis de longs mois, du type Diesel-Hindl. Aucun réglage mécanique n'a été effectué et les huiles ont été simplement substituées au gasoïl employé jusqu'alors pour alimenter les moteurs. Les huiles trop visqueuses avaient été rendues fluides par un chauffage préalable.

Des essais méthodiques n'ont pu être exécutés en raison des quantités trop faibles d'huiles dont on disposait, mais les expériences faites ont acquis, du fait qu'aucun réglage des moteurs n'avait été entrepris, un caractère industriel intéressant puisque l'on se bornait à une simple substitution d'un combustible à un autre.

Un tableau résume toutes les données physiques des produits essayés et les résultats obtenus ; on voit utilisées six huiles d'animaux marins, quatre graisses des poissons des grands lacs du Cambodge, un échantillon de squalène, hydrocarbure retiré des huiles de Centrophore et pour comparaison des constantes du gasoïl.

L'examen des résultats conduit aux conclusions suivantes :

1° La puissance du moteur est très sensiblement la même, avec le gasoïl et avec les huiles de poisson.

Les différences extrêmes notées et qui sont de l'ordre de grandeur de 10 p. 100, peuvent d'ailleurs être sous la dépendance d'un réglage du moteur.

2° La consommation spécifique est un peu plus élevée avec les huiles de poisson et apparemment dans la proportion inverse du pouvoir calorifique.

3° De même que pour les huiles végétales, le fonctionnement général du moteur est plus souple que lors du fonctionnement au gasoïl et le coup de l'explosion moins brutal.

4° La seule difficulté rencontrée dans les essais est due à la viscosité trop élevée des huiles aux températures relativement basses.

La viscosité Engler du gasoïl à 20° est de 1,2, alors qu'elle est de l'ordre de grandeur de 5 à 10 et même de 22 pour les huiles de Dorosoma.

A 100°, la viscosité des huiles de poissons est encore supérieure à celle du gasoïl à 20° ; seule l'huile de Centrophore est plus fluide.

Le fonctionnement des clapets de la pompe d'alimentation en combustible est évidemment affecté par cette circonstance, mais il est très facile d'y porter remède par un chauffage préalable de l'huile en vase clos afin d'éviter l'odeur désagréable qui se dégage. Un filtrage préalable des huiles s'impose également.

5° On a constaté l'utilisation parfaite des huiles dans ces moteurs ; l'échappement était parfaitement incolore et pratiquement inodore.

On peut donc conclure de ces essais que les huiles d'animaux marins et de poissons en général sont utilisables dans les moteurs à combustion interne des cycles Diesel ou semi-Diesel, sous la seule condition que, dans ces derniers, le taux de compression soit tel que la chaleur apportée par la compression soit supérieure à la chaleur de combustion de l'huile utilisée.

Ce sont là des résultats intéressants, à coup sûr. Mais quelle en est la valeur au point de vue industriel? Est-il vraisemblable que la pêche puisse fournir une quantité suffisante et constante d'animaux marins, permettant d'établir une industrie permanente et avantageuse d'extraction d'huiles utilisables par les moteurs? C'est là une tout autre question.

Lampe à arc et vapeurs nitreuses. — La lampe à arc est souvent employée en thérapeutique et produit des vapeurs nitreuses. Est-ce en proportion pouvant incommoder? M. J. Dadlez s'est posé la question et y répond par l'affirmative (*Académie des sciences*) après avoir opéré des prélèvements d'air à distance variable d'une lampe à arc, et dosage. Ceux-ci montrent que l'arc contient de l'acide nitrique en proportion variant selon le temps et la distance.

M. Dadlez rappelle que Hasegawa a constaté sur lui-même que $0^{mg},16$ d'acide nitrique par litre d'air provoque de l'irritation légère des muqueuses de la gorge, que $0^{mg},26$ sont fortement irritants, en provoquant de la toux, enfin que $0^{mg},56$ cessent d'être supportables au bout de dix minutes.

D'après Diem, l'irritation se produirait déjà avec $0^{mg},03$ par litre d'air. En expérimentant sur lui-même M. Dadlez a constaté que les premiers symptômes se manifestèrent avec une teneur de $0^{mg},14$ à $0^{mg},16$ d'acide nitrique par litre d'air. Par contre, une teneur au-dessous de $0^{mg},1$ n'a produit même après trente minutes aucune irritation.

En comparant la dose irritante ($0^{mg},14$ à $0^{mg},16$ par litre d'air) avec la quantité ($0^{mg},08$) d'acide nitrique, produite à la distance de 50 à 70 centimètres, après vingt minutes de fonctionnement d'une lampe à arc placée dans une grande pièce, on est amené à conclure qu'il n'y a dans ces conditions aucun danger. Au contraire, dans une petite pièce à la même distance, la proportion d'acide nitrique atteint rapidement $0^{mg},17$, dépasse après dix minutes $0^{mg},20$, et l'atmosphère s'est chargée d'une proportion toxique de vapeurs nitreuses. Pour éviter cet inconvénient, il importe donc d'assurer une ventilation efficace.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de l'Université de Paris.

L'organisation actuelle des impôts sur les revenus.

Nos lecteurs auront sans doute intérêt à trouver ici un résumé aussi succinct et précis que possible de la législation fort complexe qui régit les impôts sur les revenus. Le principe qui domine toute la matière des impôts sur les revenus est le suivant : tout revenu doit être taxé deux fois : d'abord au titre de l'impôt particulier dit impôt *cédulaire* qui affecte séparément les diverses catégories de revenus ; ensuite au titre de l'impôt *global* qui frappe l'ensemble du revenu totalisé. Il y a donc de ce fait une superposition de deux impôts sur le même revenu.

Sont considérés comme revenus au point de vue fiscal tous les produits, de quelque nature qu'ils soient, présentant pour celui qui en bénéficie un caractère de périodicité. Apparaissent donc comme tels non seulement le produit du placement des capitaux, mais celui de la location des immeubles, du travail, du commerce et de l'industrie, de la terre. Quelques cas controversés ont été résolus par la jurisprudence : une rente viagère constitue un revenu ; par contre le prix de vente d'un fonds de commerce, un gros lot ne sont pas des revenus.

Le contribuable doit déclarer son revenu net, c'est-à-dire pour chacune des cédules figurant à la déclaration, la somme qui lui reste quand il a déduit du produit brut reçu par lui le montant des dépenses qu'il a déboursées pour acquérir et conserver le revenu.

Les divers revenus sont répartis en huit cédules : propriété foncière bâtie, non bâtie, valeurs mobilières, exploitation minière, bénéfices industriels et commerciaux, exploitation agricole, traitements et salaires, bénéfices des professions non commerciales.

I

Pour les revenus de la propriété foncière bâtie, le propriétaire a le choix entre deux procédés de déclaration : 1° revenu réel ; 2° revenu cadastral.

1° Le revenu net est constitué par le produit brut de l'immeuble sous déduction des dépenses d'exploitation et frais divers. Si l'immeuble est en location, le revenu réel est constitué par l'ensemble des sommes reçues des locataires à un titre quelconque. Ne doivent donc pas y figurer le revenu des locaux vacants ou le loyer des locataires qui ne l'ont pas effectivement payé.

Si l'immeuble est habité par le propriétaire, le revenu consiste dans la somme qu'il produirait s'il était loué, par comparaison avec les prix de location des immeubles similaires dans la commune.

Doivent être déduits de la recette brute les frais de gestion et d'entretien de l'immeuble (chauffage, éclairage, fonctionnement de l'ascenseur, honoraires du gérant, rémunération du concierge, abonnement au gaz, à l'électricité, à l'eau, montant des primes d'assurance, vidange, réparations, ravalement), ainsi que le montant de l'amortissement, c'est-à-dire la somme nécessaire à la reconstitution du capital représenté par l'immeuble à la date qui en marquera la fin normale. A raison de la difficulté des calculs exacts sur ce point, l'administration admet à ce titre la déduction de 0 fr. 50 à 1 p. 100 sur le revenu brut.

2° S'il le préfère le contribuable peut déclarer, non le revenu réel, mais le revenu net cadastral qui figure sur la matière foncière et sur les avertissements du percepteur, en ajoutant toutefois le revenu des immeubles bénéficiant d'une exemption temporaire (constructions nouvelles) ou permanente (bâtiments agricoles).

Depuis 1925, le contrôleur a le droit de remplacer le revenu cadastral déclaré par le revenu réel, à charge pour lui de faire la preuve du chiffre qu'il entend substituer à celui qui a été fourni par le contribuable. Le contrôleur peut dans ce but recourir à tous documents en sa possession, notamment aux baux. Cette rectification n'entraîne pour le redevable aucune pénalité.

II

Pour le revenu des propriétés non bâties, le contribuable a également le choix entre la déclaration du revenu réel et d'un revenu forfaitaire.

Digitized by Google

1° On obtient le revenu réel pour les terres affermées en totalisant fermages et redevances effectivement perçus sous déduction des frais d'acquisition du revenu (salaire du régisseur, entretien des clôtures, etc.). Si le propriétaire exploite lui-même ou avec des colons partiaires, le revenu brut est constitué par la somme que comporterait la propriété si elle était louée.

2° Si le contribuable préfère, ce qui sera fréquemment le cas, fournir la déclaration du revenu foncier forfaitaire, il pourra indiquer soit le revenu foncier mentionné sur les avertissements, soit le revenu imposable du cadastre majoré de 75 p. 100.

Cependant, ici comme pour le revenu de la propriété bâtie, le contrôleur peut, à condition de fournir les preuves du rehaussement, remplacer le revenu forfaitaire par le revenu réel de l'immeuble.

III

Le revenu des valeurs mobilières a supporté au moment de sa perception par le procédé dit *stoppage* l'impôt cédulaire correspondant. Ce procédé consiste en ce que l'établissement débiteur retient par devers lui, pour le compte du Trésor, sur la somme remise au créancier, le montant de cet impôt. Ce revenu ne doit pas moins être déclaré par le redevable pour la perception du revenu global.

Cette catégorie comprend les revenus de toutes les valeurs et créances. Bien qu'exonérés de l'impôt cédulaire, les revenus des valeurs émises par l'État français doivent être compris dans la déclaration, sauf les revenus des bons de la Défense nationale et ceux de l'emprunt 4 p. 100 1925. Rentrent également dans cette catégorie les jetons de présence et tantièmes des administrateurs de sociétés.

Le revenu brut est constitué par l'ensemble des produits du placement, la valeur des revenus payés en monnaies étrangères étant convertie en francs au cours du change le jour où ce revenu est mis à la disposition du créancier. Les dépenses à déduire pour dégager le revenu net sont les impôts annuels (impôts de transmission, de timbre et impôt sur le revenu, frais de garde, de dépôt, d'encaissement).

IV

La redevance des mines, qui existait depuis le début du XIX^e^ siècle et qui a été incorporée en 1917 à l'impôt sur les revenus, se compose d'un droit fixe calculé sur le nombre d'hectares concédés et d'une redevance proportionnelle frappant au taux de 25 p. 100 le produit net de l'exploitation égal soit au montant des distributions de toute nature faites aux actionnaires, soit, pour les mines non exploitées par des sociétés par actions, à l'excédent des recettes sur les dépenses d'exploitation et autres.

Digitized by Google

La vaccination antityphо-paratyphique

État actuel et résultats

PAR

le Docteur L.-E. PERDRIZET

I. — Quelques notions sur les états typhoïdes.

Les états typhoïdes comprennent, sous nos climats, la fièvre typhoïde proprement dite et les fièvres paratyphoïdes.

La fièvre typhoïde, longtemps confondue avec toute une série de fièvres disparates ayant un caractère similaire commun, le *tuphos*, c'est-à-dire la stupeur, était autrefois désignée sous le terme de fièvre putride et était classée parmi les fièvres pestilentielles. Elle ne fut individualisée qu'au début du siècle dernier, après les remarquables travaux de Petit (1813), de Bretonneau (1820), et de Louis (1827).

Fig. 1. — Ulcérations intestinales de la fièvre typhoïde, pièce macroscopique (Achard et Lœper).

Bretonneau montra, en particulier, que cette maladie, surtout redoutable par ses complications fréquentes, provoquait des lésions ulcéreuses, à peu près constantes, aux dépens du système lymphatique de l'intestin grêle, au niveau des follicules clos et des plaques de Peyer, constituées elles-mêmes par des agglomérations de follicules clos. Il l'appela « dothiénentérie », mot qui signifie littéralement « entérite boutonneuse ».

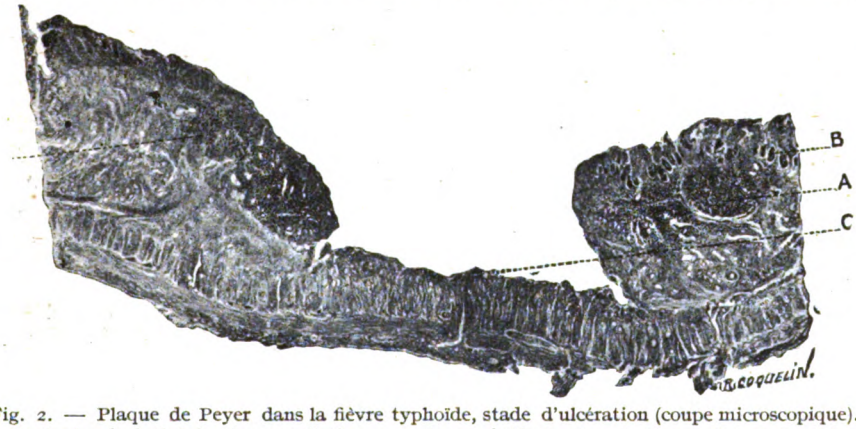


Fig. 2. — Plaque de Peyer dans la fièvre typhoïde, stade d'ulcération (coupe microscopique). Sur les bords de l'ulcération, on distingue quelques follicules lymphatiques (A) et des tubes glandulaires (BC). Fond de l'ulcération constitué par la sous-muqueuse infiltrée de leucocytes (Achard et Lœper).

La fièvre de longue durée, la céphalée et les épistaxis du début, l'état saburral de la langue, la diarrhée, les taches rosées lenticulaires de l'abdomen, les complications telles que les hémorragies et les perforations intestinales, suivies de péritonite mortelle, les angio-cholécystites, la myocardite, etc., sont, entre autres, autant de manifestations cliniques bien connues.

Maladie infectieuse et contagieuse, créant une véritable septicémie sanguine, la fièvre typhoïde a pour agent causal spécifique le bacille typhique découvert en 1880 par le professeur Eberth, de l'Université de Halle.

Le *bacille typhique* est transmis par l'eau de boisson, le lait, les légumes crus, les huîtres, etc... Il est hébergé par les convalescents de fièvre typhoïde et même par certaines personnes saines ; il est éliminé de leur organisme par les urines et les matières fécales (porteurs de germes). Il affecte la forme d'un petit bâtonnet isolé

Digitized by Google

ou accouplé avec un autre germe semblable. Il est rectiligne ou incurvé et mesure 2 à 3 millièmes de millimètre de long sur 6 à 7 dix-millièmes de millimètre de large. Ses bouts sont le plus souvent arrondis. Dans les vieilles cultures, il prend l'aspect d'une navette par l'apparition d'une vacuole centrale. Il est généralement d'une mobilité extrême, grâce aux nombreux cils dont il est pourvu. On peut le cultiver sur du bouillon, sur de la gélose, sur de la gélatine, sur un fragment de pomme de terre, etc... à la température optima de 37°. Il est à retenir qu'une température de 60° pendant vingt minutes (Pfuhl) ou de 53° pendant une heure ou même de 50°, suffisamment prolongée, le tue infailliblement.

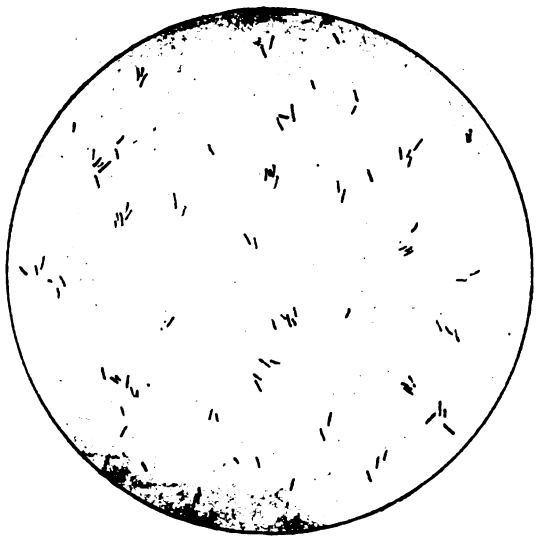


Fig. 3. — Bacille typhique. Culture sur gélose (vingt-quatre heures).

Sa principale toxine paraît être intra-protoplasmique (endotoxine). Il secréterait également une exotoxine. Une fois mort, le corps microbien laisserait diffuser l'endotoxine.

Enfin, il est agglutiné (réunion des germes en amas) par le sérum des malades atteints de fièvre typhoïde et par les sérums expérimentaux obtenus par l'inoculation progressive de cultures typhiques à l'animal (sérodiagnostic de Widal).

D'autres infections, les fièvres paratyphoïdes A et B, ont de grandes analogies cliniques avec la dothiénentérie. Mais elles ne reconnaissent pas comme agents déterminants les bacilles typhiques. Les bacilles paratyphiques A et B, qui en sont les germes spécifiques, possèdent en propre des caractères culturaux et biochimiques permettant de les différencier. Ils ont à peu près le même aspect morphologique que le bacille d'Eberth. On les distingue de celui-ci par l'action fermentative différente à l'égard des sucres et par l'agglutinabilité spécifique. D'une part, les sérums antityphiques agglutinent les bacilles typhiques, à un taux sensiblement le même, sans agglutiner de façon appréciable les espèces les plus voisines ; d'autre part, les sérums antiparatyphiques A. et B. n'exercent que très faiblement ou même pas du tout un pouvoir agglutinant à l'égard du bacille d'Eberth, alors qu'ils agglutinent spécifiquement les bacilles paratyphiques A ou B, selon le cas.

Enfin, au point de vue de la structure microscopique, il existe aussi un autre germe, le colibacille ou *Bacterium Coli*, hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux, qui ressemble encore au bacille d'Eberth. Toutefois ses cils sont moins nombreux et sa mobilité est moins grande. Rodet et J. Roux, de Lyon, ont soutenu un moment que les deux germes étaient identiques. Les caractères culturaux et biochimiques de ces deux germes ne permettent plus aux microbiologistes d'aujourd'hui de les confondre ou de les considérer comme faisant partie d'une seule et même espèce. Cela n'empêche pas que le colibacille joue le rôle fréquent de microbe d'infection secondaire dans la fièvre typhoïde et peut même y acquérir une virulence considérable, comme au cours d'autres infections telles que la dysenterie ou le choléra. Ce rôle ne doit pas être méconnu.

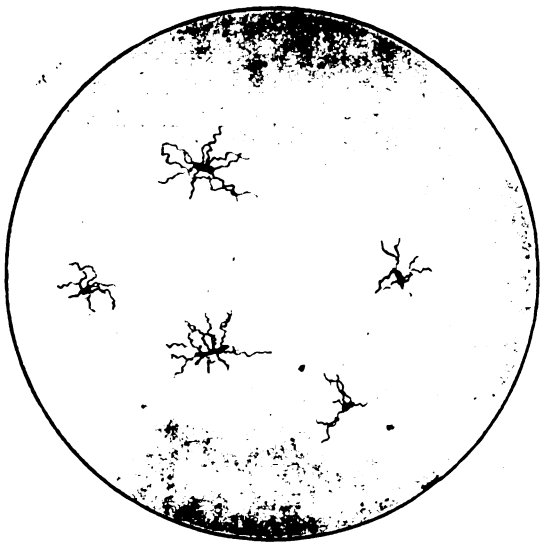


Fig. 4. — Cils du bacille typhique. Coloration par procédé de Zettnov.

II. — Historique de la typhovaccination.

La fièvre typhoïde est essentiellement une maladie ubiquitaire. Elle porte ses atteintes partout où l'homme vit. Elle est plus fréquente dans le Midi que dans le Nord, aux colonies que dans la métro-

Digitized by Google

pole. Elle frappe aussi bien la population des villes que celle des campagnes. Elle est inséparable des grands conflits humains. Elle est la suivante coutumière des troupes en opérations et elle s'est montrée souvent plus meurtrière que le fer et le feu de l'ennemi. Les jeunes gens de quinze à vingt-cinq ans sont ses victimes favorites. Mais elle peut s'attaquer à tous les âges.

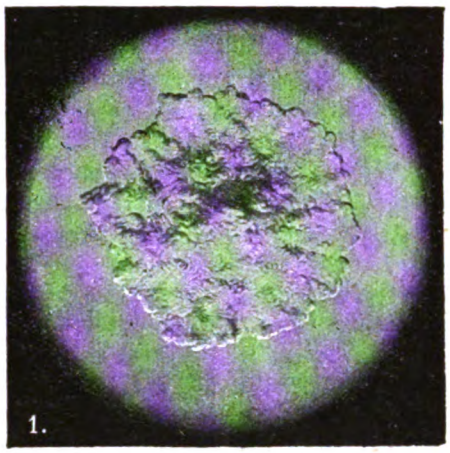


Fig. 5. — Bacille typhique, colonie isolée sur plaques de gélatine (d'après Macé).

Devant la gravité de cette maladie, aussi répandue, de nombreux chercheurs se sont ingéniés pour trouver un moyen préventif efficace, capable de conférer une immunité suffisante à l'encontre du bacille typhique et de ses toxines.

Les premiers essais datent de 1888 et de 1892. Les travaux de Chantemesse et de Widal, en France (1888), de Brieger, Wassermann et Kitasato, en Allemagne (1892), de Bruschettini, en Italie (1892), avaient pour but de démontrer qu'il était possible de vacciner les animaux en leur inoculant des doses progressives de cultures typhiques stérilisées par la chaleur ou encore de produits solubles débarrassés des corps microbiens. La vaccination par des bacilles vivants ou simplement atténués s'est montrée dangereuse.

C'est à l'Anglais Wright (1896) et aux Allemands Pfeiffer et Kolle (1896) qu'appartient, sans conteste, la priorité en ce qui concerne l'application à l'*homme* de la vaccination antityphoïdique, à l'aide d'injections sous-cutanées de cultures typhiques stérilisées, non plus à 100° ou à 120° comme dans les premières expériences de Chantemesse, mais à 53° pendant une heure, température et temps suffisants pour tuer les germes typhiques.

Wright, surtout, a été le fervent apôtre de la méthode : à son nom et à son œuvre peuvent être associés les noms de D. Semple, d'Harrison, de Firth, de Russel (États-Unis) et de W. Leishman.

En France, le médecin militaire Braun et le professeur Netter signalèrent en 1906 tous les avantages qu'on pouvait retirer d'une semblable pratique. En 1910, sous l'impulsion du professeur H. Vincent, du Val-de-Grâce, la vaccination antityphoïdique a été inaugurée dans l'armée sur des aides-majors stagiaires volontaires. Après une série de communications faites par le professeur H. Vincent et par le professeur Chantemesse, la vaccination antityphoïdique fut d'abord facultative dans l'armée (circulaires ministérielles des 30 novembre 1911 et 15 février 1912), puis obligatoire pour les militaires en service dans l'Afrique du Nord (11 mars 1913) et enfin systématiquement employée dans toute l'armée après la loi du 27 mars 1914.

Au cours de la Grande Guerre, en 1915, on put constater que cette vaccination, seulement antityphique, était inefficace contre les infections paratyphiques A et B ; et l'on fut amené à utiliser le triple vaccin antitypho-paratyphique (dit T. A. B.).

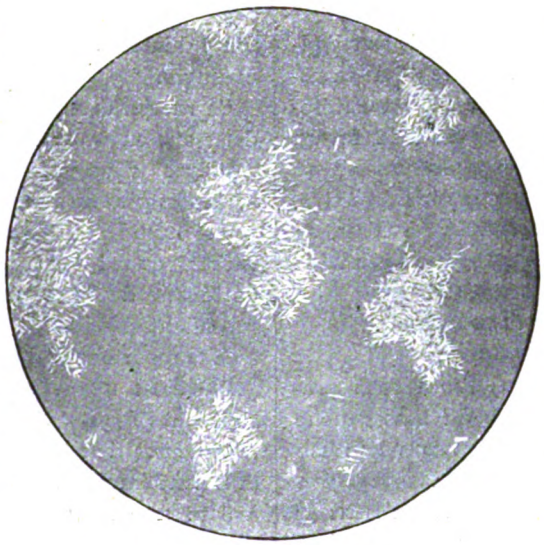


Fig. 6. — Culture du bacille typhique agglutiné.

Notre exposé serait très incomplet, si nous ne relations, à cet endroit même, les recherches faites pour obtenir l'immunisation antityphoïdique, non plus par la voie sous-cutanée, mais aussi par la voie digestive.

Wakulenko, en 1902, avait déjà préconisé la vaccination *per os* du choléra et de la fièvre typhoïde. Tchitchkine, en 1904, avait tenté également l'immunisation de lapins en leur faisant ingérer des cultures typhiques vivantes ou chauffées à 60° : ses expériences furent infructueuses. Plus heureux, Jules Courmont et A. Rochaix, de Lyon, obtinrent, dès 1911, une immunisation évidente chez des chiens, des cobayes et des lapins, en leur administrant des lavements de cultures en bouillon de bacilles d'Eberth, de différentes souches, tuées à 53°, à l'âge de huit jours. Ils purent, de même, provoquer l'apparition dans le sérum humain

Digitized by Google

des pouvoirs agglutinant, bactériolytique et bactéricide à l'encontre du bacille d'Eberth, en utilisant le même vaccin en lavements portés assez haut dans le gros intestin à l'aide d'une canule souple de 40 centimètres et additionnés de 10 à 15 gouttes de laudanum.

Cette méthode par lavements coliques était peu pratique. Aussi Auguste Lumière et Chevrotier préconisèrent-ils, en 1913, un entéro-vaccin antityphoïdique qu'ils faisaient cette fois avaler par la bouche.

Par la suite, J. Danysz, de l'Institut Pasteur, déclarait en 1918 que « la méthode de vaccination préventive la plus commode et la plus efficace serait probablement l'ingestion prolongée de microbes morts en doses progressivement croissantes ».

Enfin, en 1918, Besredka conférait au lapin une immunité solide contre la fièvre typhoïde par l'administration de virus vivants, précédée d'une ingestion de bile. Il patronnait, plus tard, un entéro-vaccin bilié antitypho-paratyphique, à la faveur de sa théorie de l'immunité locale.

En matière de vaccination par la voie digestive, rendons donc à César ce qui appartient à César, en reconnaissant le rôle devancier de l'École Lyonnaise.

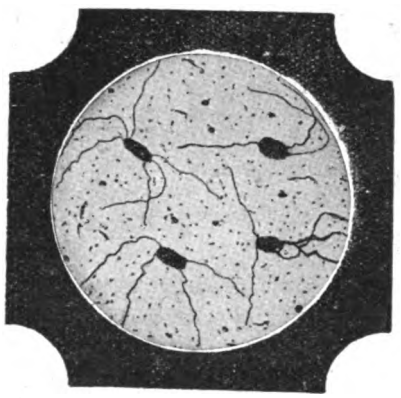


Fig. 7. — Cils du bacille paratyphique A.

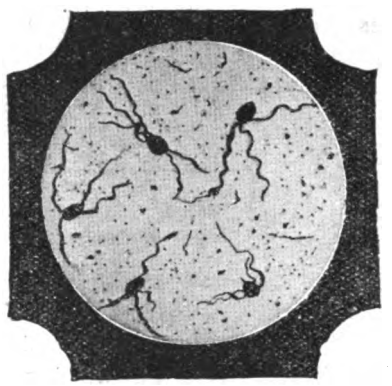


Fig. 8. — Cils du bacille paratyphique B.

III. — Principaux vaccins employés.

I. *Voie sous-cutanée.* — Les injections sont pratiquées de préférence *sous la peau* du bras gauche (région deltoïdienne) ou dans la région sous-épineuse au-dessous de l'épine de l'omoplate, ou dans la région sous-claviculaire au milieu d'une ligne unissant le mamelon à la clavicule. Le lipo-vaccin est en général, injecté dans la région deltoïdienne.

Procédé de Wright-Leishman. — On utilise des cultures en bouillon peptonisé qu'on stérilise par la chaleur (53°) après vingt-quatre à quarante-huit heures et qu'on additionne de lysol à 2,5 p. 100 pour assurer le maintien de la stérilisation : 2 injections de un demi à 1 centimètre cube, à dix jours d'intervalle, permettent d'inoculer un milliard de germes.

Procédé de H. Vincent. — Le vaccin est préparé avec différentes souches de bacilles typhiques et paratyphiques A. et B., d'origine diverse, 10 souches de T., 5 souches de A., et 5 souches de B. Ces souches sont cultivées pendant vingt-quatre heures sur gélose. Les cultures ainsi obtenues sont émulsionnées dans de l'eau physiologique. Elles sont ensuite concentrées en proportion convenable et additionnées d'éther, qu'on laisse au contact vingt-quatre heures sous agitation continue. Le liquide soutiré est laissé à l'air libre pour assurer l'évaporation de l'éther ou encore soumis au vide dans le même but. On remplit finalement des ampoules qu'on scelle. Il doit y avoir par centimètre cube deux milliards et demi de germes dont moitié de T., un quart de A. et un quart de B.

La dose utile pour vacciner un homme normal est de 2 centimètres cubes, en une seule fois, dose dédoublée (chaque demi-dose à huit jours d'intervalle) pour la vaccination d'un sujet malingre.

Ce vaccin n'est plus employé dans l'armée depuis deux ans environ. On lui a reproché d'occasionner certaines réactions fébriles violentes, quelques accidents plus ou moins graves, attribués, paraît-il, à une insuffisance de stérilisation des cultures par l'éther, quand, en particulier, cette stérilisation porte sur de grandes quantités. On se souvient cependant quels succès ont été à l'actif de ce vaccin, à s'en rapporter aux différentes statistiques publiées !

Procédé de Widal et Salimbeni (*T. A. B. chauffé à l'Institut Pasteur*). — Les cultures de dix-huit heures de plusieurs souches de bacilles T. A. et B sont émulsionnées dans de l'eau physiologique à 8 p. 1.000. On les stérilise pendant une heure, dans un appareil à agitation continue, à 57° pour B. et à 56° pour T. et A.

Le mélange renferme par centimètre cube 4 milliards 200 millions de germes tués, dont 3 septièmes de T., 2 septièmes de A. et 2 septièmes de B.

Les doses sont pour les adultes de 1 centimètre cube pour la première injection, de 2 centimètres cubes pour la deuxième injection pratiquée à sept ou dix jours d'intervalle. Pour les enfants, au-dessous de quinze ans, la première injection est de 1 demi centimètre cube, la deuxième de 1 centimètre cube. Dans

Digitized by Google

le milieu militaire, on ne fait en général qu'une seule injection de 1 centimètre cube et demi, qu'on renouvelle cependant, à huit ou dix jours d'intervalle, pour les contingents nord-africains ou syriens. La revaccination d'entretien, au bout d'un an, varie entre 1 centimètre cube et 1 centimètre cube et demi.

PROCÉDÉS DE PFEIFFER ET KOLLE (ALLEMAGNE) ET DE RUSSEL (ÉTATS-UNIS). — Ils ressemblent au procédé de l'Institut Pasteur. On ajoute seulement au vaccin de l'acide phénique (Pfeiffer et Kolle) ou du tricrésol à 1 p. 100 (Russel) pour assurer la conservation.

PROCÉDÉ DE SENEZ ET RANQUE. — La stérilisation des cultures est faite à l'aide d'une solution iodée (iode, 2 grammes, iodure de potassium, 4 grammes, eau distillée, 100 centimètres cubes), au taux de 1 p. 100 pour T. et de 1 et demi p. 100 pour A. et B. Au bout de trente minutes on fait agir de l'hyposulfite de soude pour décolorer et neutraliser.

PROCÉDÉ DE LE MOIGNIC, PINOY ET SÉZARY (LIPO-VACCIN). — Des cultures de dix-neuf heures sur gélose sont émulsionnées dans de l'eau physiologique, ensuite centrifugées. On ajoute au culot une préparation huileuse spéciale. On stérilise le tout pendant vingt-quatre heures (à 57° pour T., à 60° pour A et B après addition d'eugénol) et on pratique enfin une dilution dans un mélange huileux définitif.

Chaque centimètre cube contient 7 milliards de germes (2 milligrammes de T., 1 milligramme 75 de A et autant de B.).

On pratique une seule vaccination de 1 centimètre cube pour immuniser les adultes, dose renouvelable au bout d'un an. Les doses pour les enfants sont proportionnées à leur âge.

PROCÉDÉ DE BESREDKA (vaccin sensibilisé). — Dans ce procédé, on mélange à la fois du vaccin (immunisation active) et du sérum (immunisation passive). Des cultures sur gélose sont émulsionnées dans de l'eau physiologique ; on y ajoute du sérum agglutinant ; on lave à l'eau physiologique ; on centrifuge à plusieurs reprises : le culot recueilli est stérilisé par un chauffage à 50° pendant une heure.

II. *Voie digestive.* — On ne doit s'adresser à la voie gastro-intestinale que si les fonctions digestives sont normales ; on doit s'abstenir en cas de troubles secrétoires glandulaires ou de diarrhée, par exemple.

ENTÉRO-VACCIN DE LUMIÈRE ET CHEVROTIER. — Des bacilles T., A. et B. et des colibacilles B.-C., sont cultivés sur bouillon, puis ensemencés sur agar. Au bout de quarante-huit heures, les colonies, qui ont poussé, sont récoltées, lavées au sérum physiologique et débarrassées de leurs exotoxines par centrifugation. On en fait une émulsion homogène par agitation mécanique, de façon qu'un centimètre cube contienne 10 milliards de bacilles (600 millions de T., 240 millions de A. et de B. et 160 de B.-C.). On procède alors à une dessiccation instantanée et on stérilise par un chauffage à 50° pendant une bonne heure. La poudre obtenue est finalement incluse dans des sphérules kératinisées qui la protègent contre l'action des sucs gastriques et assurent son intégrité jusqu'à son arrivée au niveau de la paroi intestinale. Chaque pilule contient 10 milliards de germes tués.

Les doses recommandées sont de 4 sphérules par jour, 2 le matin et 2 le soir, pendant sept jours, une heure avant chacun des deux principaux repas de façon que l'estomac et l'intestin soient le plus possible à l'état de vacuité.

BILIVACCIN (*vaccin bilié de Besredka. La Biothérapie*). — Il s'agit de pastilles vaccinantes contenant également en proportion définie des cultures desséchées de bacilles typhiques et paratyphiques A et B., de souches différentes. Les cultures ont été tuées à 65°, desséchées et mélangées avec du lactose. Un vernis protecteur empêche la dissolution des pastilles dans l'estomac. Chaque pastille contient $0^{gr},05$ de produit microbien, soit 70 à 80 milliards de germes.

On utilise d'autre part des pilules contenant environ $0^{gr},20$ d'extrait biliaire stérilisé, recouvert de gluten.

La vaccination se fait de la façon suivante : pendant trois jours, on fait absorber à jeun, chaque matin, une pilule de bile suivie, quinze minutes après, d'une pastille de vaccin. Aucune nourriture ne doit être prise dans l'heure qui suit.

IV. — Durée de l'immunisation.

Quelle que soit la méthode de vaccination employée, et malgré l'opinion primitive de Wright qui pensait à une immunisation possible de trois ans, il ne semble pas que l'immunité obtenue soit supérieure à une année : d'où la nécessité de procéder à une revaccination d'entretien tous les ans. C'est là, évidemment, une sérieuse pierre d'achoppement pour la vaccination antitypho-paratyphique. Mais il n'en reste pas moins vrai que cette vaccination préventive, dans les collectivités et surtout au cours des épidémies, constitue l'arme la plus précieuse pour le médecin hygiéniste.

V. — Résultats.

I. — *Vaccination sous-cutanée.* — L'examen des nombreuses statistiques publiées, tant à l'étranger qu'en France même, ne laisse subsister aucun doute sur l'efficacité de la vaccination antitypho-paratyphique pratiquée par la voie hypodermique. Il

Digitized by Google

y est relaté, de façon constante, la diminution très notable et souvent la disparition de la morbidité et de la mortalité par les états typhoïdes, quel que soit le vaccin utilisé.

Nous ne retiendrons que trois d'entre elles, les plus récentes, prouvant de la façon la plus lumineuse tout le bénéfice qu'on peut retirer de l'emploi systématique des vaccins sous-cutanés.

Nous emprunterons la première aux auteurs américains.

Alors qu'au cours de la guerre hispano-américaine, il y eut 1 homme sur 7 atteint de fièvre typhoïde, pendant la guerre mondiale, au contraire, où la vaccination fut généralisée, on ne constata que 1.066 cas de fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes avec 156 décès pour 4 millions d'hommes mobilisés à partir de 1917.

La deuxième statistique nous touche de plus près, car elle se rapporte à nos propres troupes pendant la guerre de 1914-1918. Au moment de l'ouverture des hostilités, le nombre d'hommes vaccinés n'était guère que de 125.000. Ce chiffre peut être considéré comme négligeable si l'on considère le grand nombre de mobilisés de la réserve et de la territoriale. Aussi y eut-il une très forte morbidité, en états typhoïdes, de septembre 1914 à février 1915. Dans l'Argonne, notamment, il y eut plus de 250 cas quotidiens. A ce taux, les effectifs étaient menacés d'une fonte rapide : la vaccination immédiate s'imposait d'une façon impérieuse et était entreprise vers la fin d'octobre 1914. Mais, en 1915, on s'apercevait que cette vaccination, uniquement antityphoïdique, empêchait bien l'évolution de l'infection éberthienne, mais n'entravait pas l'éclosion des infections paratyphoïdes. Dans ces conditions, on dut avoir recours à un vaccin triple T. A. B. Le vaccin à l'éther de Vincent, le vaccin chauffé de l'Institut Pasteur, alors préconisé par le professeur Chantemesse, le lipo-vaccin de Le Moignic, Pinoy et Sezary furent concurremment employés, au gré des médecins des équipes vaccinatrices : celui de Vincent avait la plus grande vogue. Primitivement les vaccins de Vincent et de Chantemesse étaient inoculés à quatre reprises différentes, à huit ou dix jours d'intervalle : finalement, on ne faisait plus que deux injections.

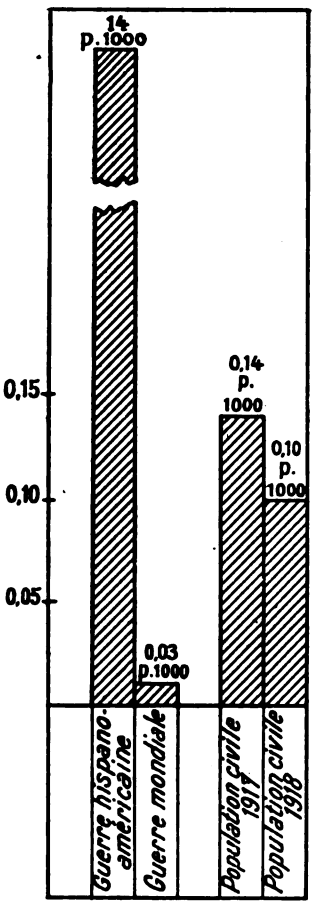


Fig. 9. — Résultats de la vaccination dans les troupes américaines.

En quatre ans et demi de guerre les états typhoïdes furent les suivants pour les troupes françaises :

1914 (cinq mois) ..	45.450 cas et	8.170 décès.
1915	64.561 —	6.312 —
1916	12.656 —	484 —
1917	1.659 —	135 —
1918	665 —	110 —
Total.....	124.991 cas et	15.211 décès.

Le graphique ci-après (fig. 10) se passe de commentaires : la colonne de gauche donne le chiffre des atteintes mensuelles par états typhoïdiques ; la chute brusque de la courbe coïncide avec la mise en pratique régulière des vaccinations.

La moyenne des cas de fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes de novembre 1914 à février 1915 (c'est-à-dire pendant la période de non vaccination ou de vaccination incomplète) a été de 678,6 p. 100 10 hommes, celle des décès de 98,6 p. 100.000 hommes. Il est aisé de se rendre compte quelles auraient été, à cette allure et sans la vaccination, les ravages causés par les états typhoïdes, en quatre ans et demi de guerre et pour 5 millions d'hommes mobilisés. On n'aurait pas été loin de compter un total impressionnant de 1.500.000 cas avec 250.000 morts !

La troisième statistique, établie par Chauffard, après la guerre, est, elle aussi, fort significative. Elle nous enseigne que la morbidité féminine n'a guère varié avant et après les hostilités, avec un âge moyen de vingt-sept ans. Celle des hommes, beaucoup plus élevée avant 1914, a décru progressivement, et l'âge moyen des malades, qui était de vingt-quatre ans, est passé à dix-sept ans et demi. Ce renversement des proportions morbides pour les hommes est certainement le fait de la large immunisation de l'élément masculin pendant la guerre.

		Hommes.	Femmes.
		—	—
1911-1913	Avant 20 ans	27,5 p. 100	19 p 100
	Après 20 ans.	72,5 —	81 —
1918-1920	Avant 20 ans	90 p. 100	24,5 p. 100.
	Après 20 ans.	10 —	75,5 —

Digitized by Google

II. *Vaccination digestive.* — Jusqu'à ces derniers temps, soit par ostracisme, soit par ignorance, on déniait toute valeur aux vaccins buccaux. La vaccination antituberculeuse des nourrissons, par la voie digestive, avec le vaccin B. C. G., de Calmette et Guérin, n'a fait que confirmer les avantages déjà connus et signalés par certains auteurs restés fidèles, malgré tout, à l'ingestion des produits microbiens.

Pour l'entéro-vaccin de Lumière et Chevrotier, les résultats publiés paraissent des plus probants. A Blanzy-les-Fismes, petite commune de 115 habitants, la fièvre typhoïde régnait à l'état endémique depuis plus de cinquante ans. Toute la population fut vaccinée au début de 1914 avec de l'entéro-vaccin Lumière. Depuis lors, il ne fut plus constaté un seul cas de fièvre typhoïde, hormis celui d'un étranger, non vacciné, qui était venu se fixer dans le pays. Les troupes allemandes envahirent le village en septembre 1914 et furent décimées par la fièvre typhoïde pendant que la population restait indemne. Son immunisation persistait, du reste, après la libération du territoire, en septembre 1915. A Toulouse, en 1915, la fièvre typhoïde éclatait dans un camp de prisonniers : 271 hommes (prisonniers et personnel français de garde) étaient vaccinés, 120 par la voie sous-cutanée, 151 par l'entéro-vaccin Lumière. A partir de ce moment, la fièvre typhoïde ne faisait plus que trois atteintes, constatées, du reste, chez trois hommes inoculés, en période d'incubation, par la voie hypodermique. On note les mêmes résultats favorables dans le village espagnol d'Ardalès où, à la suite d'une épidémie de fièvre typhoïde (90 cas en quelques jours), la vaccination à l'entérovaccin Lumière fut appliquée à la population qui n'avait présenté encore aucun cas. Une seule atteinte fut enregistrée chez un sujet non vacciné, dans une famille de huit personnes, dont sept vaccinées restèrent indemnes. En 1923 et en 1927 l'Institut national des jeunes aveugles, à Paris, a subi de petites épidémies de fièvre typhoïde : on n'a eu, à cette occasion, qu'à se louer de l'emploi de l'entéro-vaccin Lumière. En 1925, il y eut également dans des villages voisins situés au nord de Dijon une épidémie de fièvre typhoïde. A ce sujet le Dr Florentin, de Norges, signale avoir fait vacciner à l'entéro-vaccin une cinquantaine de personnes en contact permanent ou accidentel avec les typhiques : seule, une personne, placée dans les mêmes condi-

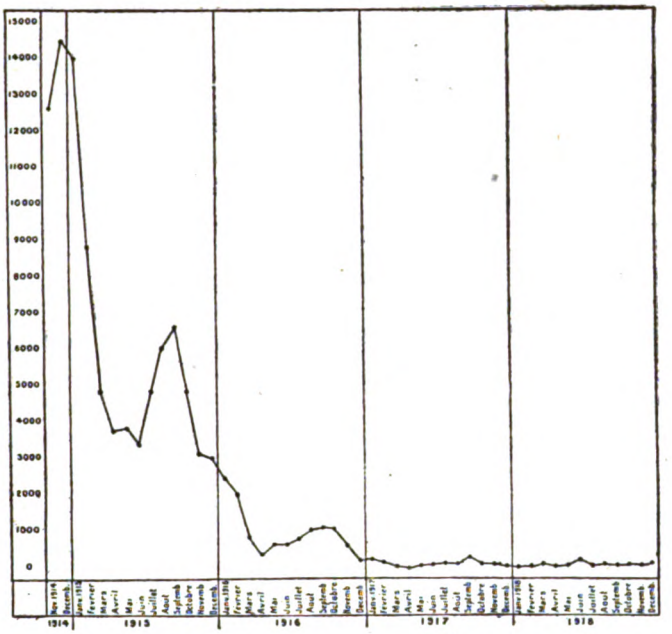


Fig. 10. — Morbidité typhoïdique et paratyphoïque pendant la guerre de 1914-1918. Sa chute sous l'influence de la vaccination.

TABLEAU INDICATIF RÉSUMANT L'APPLICATION CONTROLÉE DU BILIVACCIN AU COURS DE QUELQUES ÉPIDÉMIES DE FIÈVRE TYPHOÏDE.

ANNÉE	MOIS	LOCALITÉ	NON VACCINÉS	VACCINÉS	MALADES CHEZ LES NON VACCINÉS	MALADES CHEZ LES VACCINÉS
					p. 100	p. 100
1921 ...	Septembre	Oppy	600	1.236	50 soit 7,7	2 soit 0,17 (1)
1922 ...	Juin	Saint-Omer	17.239	3.170	62 — 0,36	0
1922 ...	Novembre	Valenciennes	32.027	2.739	63 — 0,19	0
1923 ...	Novembre	Abbeville	16.233	4.140	287 — 1,7	0
1923 ...	Octobre	Grèce	200	160	10 — 5	0
1924 ...	Janvier	Moreni	5575	2286	90 — 1,6	0

(1) Déjà en incubation de fièvre typhoïde.

Digitized by Google

tions, et non vaccinée, contracta la maladie. On peut estimer à 1.500.000 le nombre des personnes ayant subi l'entéro-vaccination depuis onze ans : le chiffre des insuccès a été infime.

L'emploi du Bilivaccin a permis d'établir des statistiques aussi intéressantes : quoique basé sur la nouvelle théorie de l'immunité locale de Besredka, il procède du même principe de la vaccination par la bouche. Nous les empruntons à la brochure détaillée de la Biothérapie.

VI. — Inconvénients, avantages et valeur comparée des divers vaccins.

Le pouvoir immunisant de la vaccination sous-cutanée a fait ses preuves. Personne ne le conteste à l'heure actuelle. Elle a permis de sauver un grand nombre de vies humaines et a été un facteur de victoire pendant la guerre. Les seuls inconvénients à la méthode sont les réactions locales et les réactions toxiques ou de choc (fièvre élevée, herpès, urticaire, etc.) qu'elle entraîne parfois. Le lipo-vaccin a été préconisé pour diminuer autant que possible ces accidents, grâce à l'excipient huileux qui ralentirait l'absorption.

Les contre-indications à l'emploi de la vaccination hypodermique (jeune âge, âge avancé, tuberculose, affections cardiaques, rénales, et en général toutes tares organiques, plus fréquentes dans la population civile que dans l'armée), doivent être toujours présentes à la mémoire.

Les vaccins buccaux offrent, par contre, l'avantage de ne procurer que de très faibles réactions et suppriment, en conséquence, la durée des indisponibilités (un à deux jours) que cause la vaccination hypodermique. Leur administration est particulièrement commode, surtout chez les pusillanimes qui craignent toute piqûre. Pour sensibiliser l'intestin, pour le décaper en quelque sorte, Besredka recommande l'ingestion préalable de bile, avant de faire avaler le vaccin buccal. A. Lumière juge superflue l'administration de 20 centigrammes d'extrait biliaire destinée à un organe, tel que l'intestin, qui reçoit normalement 800 grammes environ de liquide biliaire. Il n'est pas dans notre esprit de discuter la chose. Nous retiendrons seulement qu'avec le bilivaccin, la vaccination porte sur trois jours, tandis qu'avec l'Entérovaccin de Lumière, il faut sept jours : il est possible que ce dernier laps de temps rende l'immunisation plus progressive.

Qu'il s'agisse de vaccination sous-cutanée ou de vaccination buccale, il est souvent utile que les souches de microbes employés pour la fabrication des vaccins proviennent des pays où sévissent les épidémies. Cela explique, peut-être, l'insuccès relatif de certains vaccins. Pour le Maroc, par exemple, au cours de la campagne du Riff, en 1925, le vaccin chauffé de l'Institut Pasteur et le lipo-vaccin n'ont pas empêché l'apparition de 3.000 cas de fièvres typhoïdes ou para-typhoïdes sur un effectif de 150.000 hommes environ. Il est bon d'ajouter que, dans une campagne coloniale de ce genre, d'autres facteurs entrent en jeu pour aggraver la morbidité typhoïdique : ce sont le paludisme, la dysenterie, la filariose, etc., sans oublier les fatigues sous un climat particulièrement déprimant.

En fin de compte, la vaccination antitypho-paratyphique ne saurait dispenser l'hygiéniste, digne de ce nom, des autres mesures prophylactiques nécessaires pour combattre la propagation des états typhoïdes.

Digitized by Google

L'Industrie du Froid et ses principales applications (I)

PAR

M. DOLLIN

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

I. — Les machines frigorifiques.

1° *Production du froid.* — Le froid industriel a pris naissance dans la seconde moitié du XIXe siècle, grâce aux travaux de Charles Tellier, qui a été surnommé « le père du froid ». Les machines servant à produire le froid sont appelées machines frigorifiques, et leur fonctionnement est basé sur l'absorption de chaleur qui accompagne l'évaporation des liquides. Chacun sait, par exemple, que quelques gouttes d'éther versées sur la main produisent une sensation de froid en s'évaporant. On peut dire que l'évaporation de l'éther a absorbé de la chaleur, ou produit du froid.

Dans l'industrie frigorifique on emploie des liquides provenant de la liquéfaction de certains gaz : acide carbonique, acide sulfureux, gaz ammoniac, etc. On les désigne généralement sous le nom de fluides frigorigènes.

Les machines frigorifiques les plus répandues sont les machines à compression, qui comportent les organes essentiels suivants ; représentés schématiquement sur la figure 1 :

Un compresseur C ;
Un condenseur L ;
Un détendeur ou régleur R ;
Un évaporateur ou réfrigérant E ;

Le compresseur est une pompe aspirante et foulante qui aspire le fluide frigorigène, à l'état de vapeur, dans le réfrigérant et le refoule dans le condenseur où il se liquéfie.

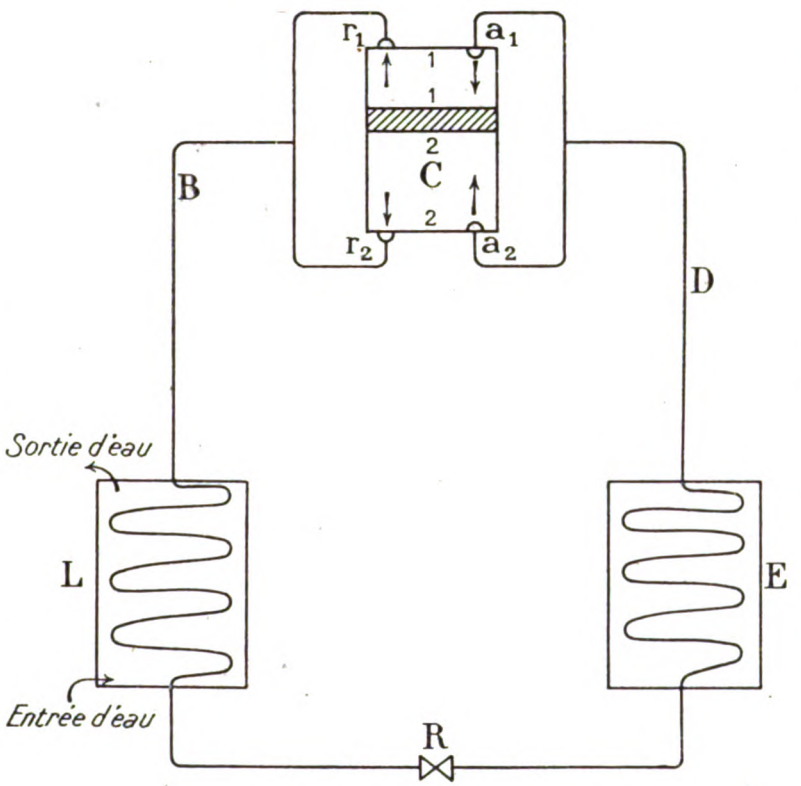


Fig. 1. — Schéma d'une machine frigorifique à compression.

Dans la figure 1 le compresseur est vertical ; la figure 2 représente un compresseur horizontal ; on reconnaît facilement les tuyaux d'aspiration à ce qu'ils sont couverts de givre.

Dans la figure 1, le condenseur est un serpentin entouré d'eau froide qui se renouvelle constamment ; le fluide frigorigène comprimé et refroidi dans le serpentin se liquéfie et s'écoule par le robinet régleur R dans l'évaporateur E.

Le condenseur L est un condenseur à immersion. Il peut être remplacé par un condenseur à ruissellement (fig. 3) composé de tubes sur lesquels s'écoule de l'eau en pluie.

Quant à l'évaporateur, il affecte des formes très diverses suivant les applications auxquelles il est destiné.

Digitized by Google

Dans la figure 1 il est constitué par un serpentin autour duquel circule une saumure (solution de chlorure de calcium dans l'eau) qui ne peut se congeler qu'à très basse température.

Le liquide frigorigène arrivant du condenseur par le robinet régleur R, se vaporise dans ce serpentin et la vapeur est aspirée par le compresseur au fur et à mesure de sa formation. La vaporisation absorbe de la chaleur qui est empruntée à la saumure. Cette saumure se refroidit donc, et le froid produit est transporté dans les locaux où il doit être utilisé.

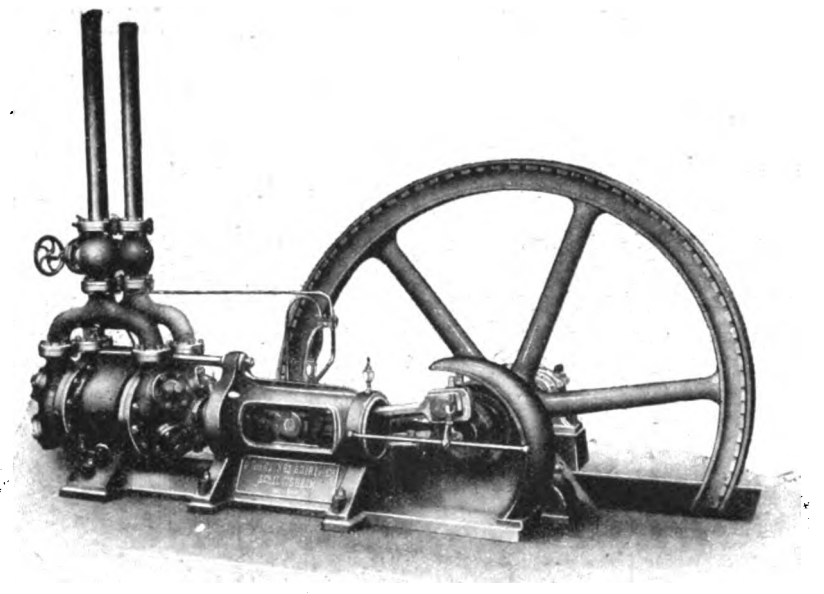


Fig. 2. — Compresseur à anhydride sulfureux.

2° *Transport du froid.* — La saumure refroidie dans l'évaporateur est mise en mouvement, au moyen d'une pompe, dans des tuyaux disposés dans les locaux à refroidir ; on a ainsi une distribution de froid analogue à une distribution de chaleur par calorifère à eau chaude : c'est le refroidissement par circulation de saumure. Au lieu de se composer d'un serpentin, comme dans la figure 1, l'évaporateur peut comprendre des tuyaux disposés dans les chambres à refroidir. Le fluide frigorigène s'évapore dans les tuyaux et la chaleur nécessaire à l'évaporation est empruntée à l'air des chambres qui se refroidit au contact des tuyaux : c'est le refroidissement par détente directe.

Dans ces deux méthodes de transport du froid, les tuyaux dans lesquels circule la saumure ou le fluide frigorigène peuvent être disposés au plafond ou le long des parois.

On peut encore refroidir les chambres en y envoyant, au moyen d'un ventilateur, de l'air refroidi par son passage sur des tuyaux dans lesquels circule soit de la saumure refroidie, soit le fluide frigorigène lui-même.

Le local dans lequel l'air est refroidi est appelé *frigorifère*. Au lieu de passer simplement sur des tuyaux refroidis, l'air peut traverser une pluie de saumure refroidie (frigorifère humide).

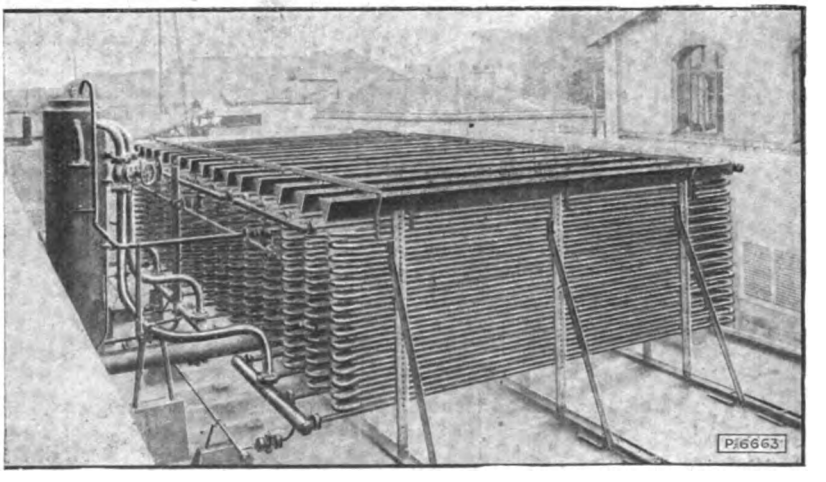


Fig. 3. — Vue d'un condenseur à ruissellement (Usine de la Société des Glacières de l'Alimentation de Paris, à Pantin).

Dans tous les cas, l'air sortant du frigorifère est refoulé par le ventilateur dans des canalisations en bois disposées au plafond des chambres et munies d'ouvertures réglables. L'air froid s'échappe par ces ouvertures, tandis que l'air réchauffé au contact des denrées conservées est aspiré par le ventilateur au moyen d'autres canalisations en bois et envoyé au frigorifère.

Digitized by Google

Les figures 5, 6 et 7 représentent des chambres refroidies par circulation d'air.

3° *Conservation du froid.* — Le froid étant coûteux à produire, il importe de le conserver le plus longtemps possible dans les chambres où il a été transporté. Pour cela, les parois de ces chambres (murs, sol, plafond) sont isolées de manière à éviter les échanges de chaleur entre elles et le milieu extérieur. Les cuves de réfrigérants, les tuyaûteries sont également isolées. L'isolant le plus employé est le liège (liège granulé et surtout liège aggloméré).

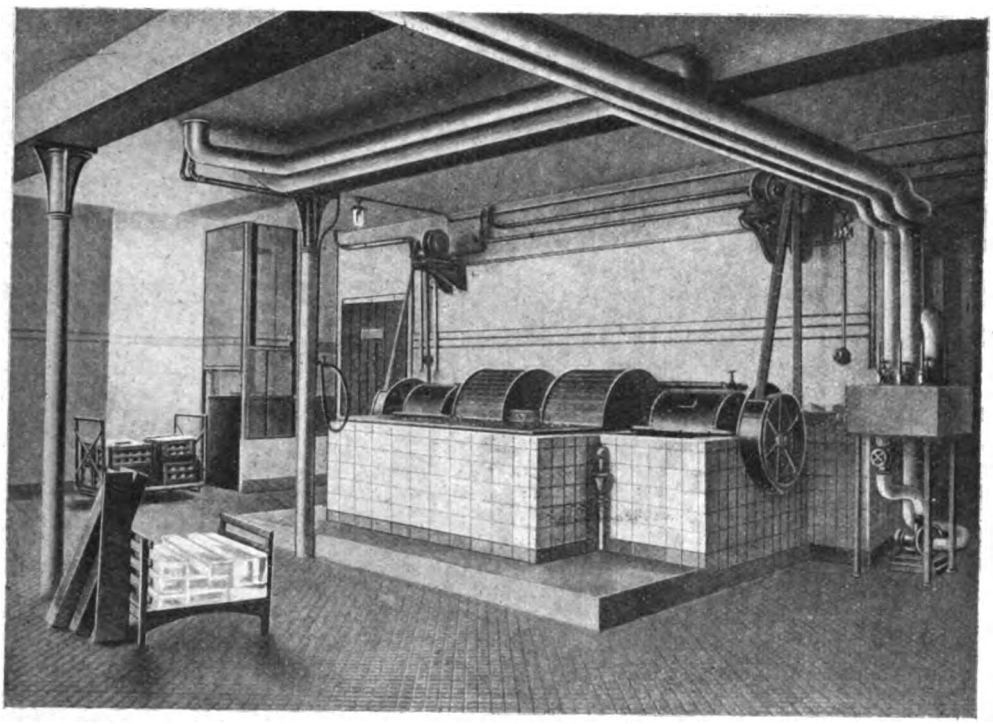


Fig. 4. — Groupe frigorifique installé dans une laiterie (deux frigorigènes Audiffred-Singrün accouplés dans le même bac).

II. — Organisation d'un entrepôt frigorifique.

Un entrepôt frigorifique comprend les machines servant à produire le froid, et les locaux où ce froid est utilisé à la congélation et à la conservation des denrées. Ces locaux, appelés chambres froides, sont soigneusement isolés pour éviter les déperditions de froid.

Les denrées à conserver doivent être manipulées à l'extérieur des chambres froides pendant le temps minimum. Aussi faut-il que les denrées soient transportées rapidement dans les chambres et par suite que l'entrepôt soit desservi par des voies ferrées. Ces voies ferrées longent des quais sur lesquels s'ouvrent les portes de l'entrepôt. Mais les chambres froides ne doivent jamais s'ouvrir à l'air libre : elles communiquent avec des couloirs parallèles aux quais et dans lesquels la température est comprise entre la température extérieure et la température des chambres.

Les chambres et les couloirs ou antichambres sont munis de portes très épaisses comportant des plaques de liège maintenues entre deux panneaux en bois.

***

Les entrepôts frigorifiques sont généralement destinés à conserver des denrées très différentes : viande, poisson, légumes, fruits, fromages, beurre, et doivent par suite être aménagés de telle sorte que ces denrées ne se nuisent pas les unes aux autres et soient toutes placées dans les meilleures conditions de conservation.

Les produits conservés dégagent des odeurs plus ou moins pénétrantes, et chacun d'eux souffre plus ou moins des odeurs provenant des autres ; c'est ainsi que le beurre absorbe facilement les odeurs des fromages, des fruits, de la viande ; celle-ci absorbe les odeurs des fromages, des fruits, du gibier... etc.

Aussi, il est indispensable d'empêcher les odeurs de certaines denrées de pénétrer dans les locaux où l'on conserve des denrées différentes.

La température et l'état hygrométrique de l'air des chambres froides doivent avoir des valeurs variables avec les denrées entreposées.

Digitized by Google

Voici quelques-unes de ces valeurs :

Denrée.	Température.	Etat hygrométrique.	Observations.
		p. 100	
Viande réfrigérée	2° à 4°	70 à 75	Chambre de
— congelée.	— 15° à — 20°	65 à 70	congélation.
— —	— 5° à — 7°	—	Chambre de conservation.
Poisson frais	— 4° à — 6°	70 à 80	
— congelé .	— 9° à — 10°	75 à 80	
Gibier.....	— 2° à — 4°	80 à 85	Conservation.
—	— 6° à — 10°	85 à 90	Congélation.
Beurre.....	2° à 4°	75	
Fromages	0° à 5°	70 à 75	
Légumes	— 2° à + 2°	75 à 90	
Pommes.....	— 1° à + 1°	75	
Poires.....	0° à + 1°	70	
Cerises	— 1° à + 1°	70	

et se refroidit ; dans le deuxième cas, l'air des chambres est aspiré par des ventilateurs qui le refoulent à l'extérieur. Dans ce cas l'air qui rentre dans les chambres par les portes n'a pas traversé les frigorifères et il n'est ni refroidi ni desséché. Le premier système est donc préférable au second, mais ils sont souvent employés concurremment : le premier pour le renouvellement normal de l'air, le second pour les renouvellements nécessités par une productions anormale des mauvaises odeurs.

***

CONSTRUCTION D'UN ENTREPOT FRIGORIFIQUE.

a. *Emplacement.* — L'entrepôt doit être installé à proximité d'une voie ferrée à laquelle il sera relié

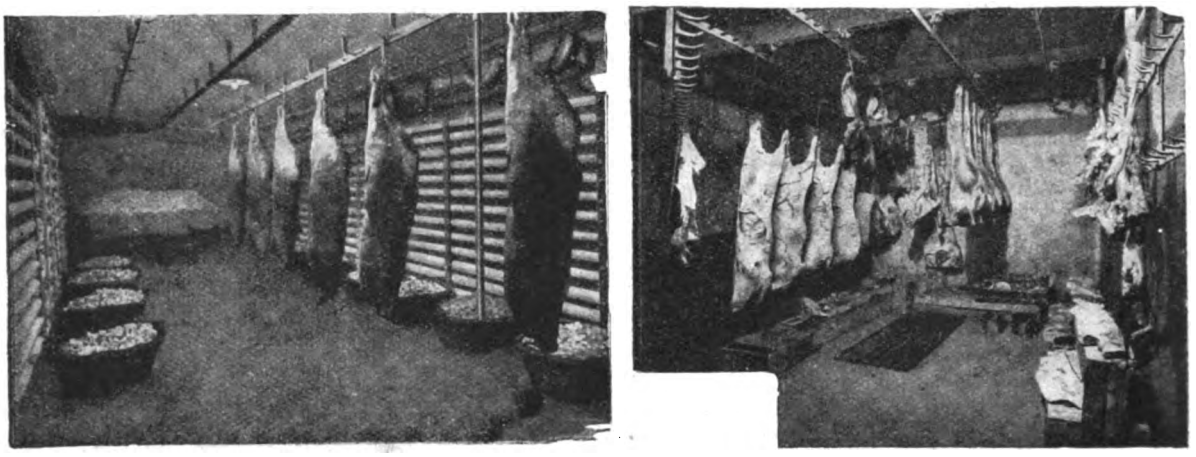


Fig. 5 et 6. — Chambres frigorifiques de boucherie réalisées par la *Société d'Applications frigorifiques*, avec frigorigène Audiffred-Singrün.

Il convient par suite de conserver les produits différents dans des chambres séparées et de ne jamais les mélanger. Mais cette précaution ne suffit pas toujours : il faut encore, quand les chambres sont refroidies par des frigorifères, éviter le mélange, dans le frigorifère, de l'air provenant des différentes pièces. Il faut donc proscrire d'une manière absolue le système d'un frigorifère central répartissant le froid dans les différentes chambres au moyen de canalisations dérivées, et prévoir une installation comportant un frigorifère pour chaque nature de denrées.

Il ne suffit pas d'éviter le mélange des odeurs, il faut encore les éliminer par le renouvellement de l'air. Celui-ci s'effectue par refoulement ou par aspiration. Dans le premier cas, l'air extérieur est aspiré par des ventilateurs et refoulé dans les chambres à travers les frigorifères dans lesquels il se dessèche

par un embranchement de manière à faciliter le transport des denrées.

Il devra également se trouver près d'une rivière, d'un canal ou d'une source fournissant l'eau nécessaire au fonctionnement des condenseurs. Il importe de le construire sur un sol sec, car l'humidité favorise la transmission de la chaleur même dans les isolants.

Il faut éviter de placer les ouvertures au sud et à l'ouest à cause de la chaleur et de l'humidité ; il faudra chercher à orienter l'entrepôt de manière à mettre le plus grand nombre d'ouvertures vers le nord.

b. *Construction.* — On détermine les dimensions de l'entrepôt de manière à lui donner le maximum de capacité avec le minimum de surface extérieure pour économiser l'isolant.

Le bâtiment doit être soigneusement isolé du sol

Digitized by Google

sur lequel reposent les fondations ; l'isolation est habituellement réalisée au moyen d'épaisses couches de mâchefer ou de béton de mâchefer supportant deux couches de briques de liège aggloméré et un dallage en ciment.

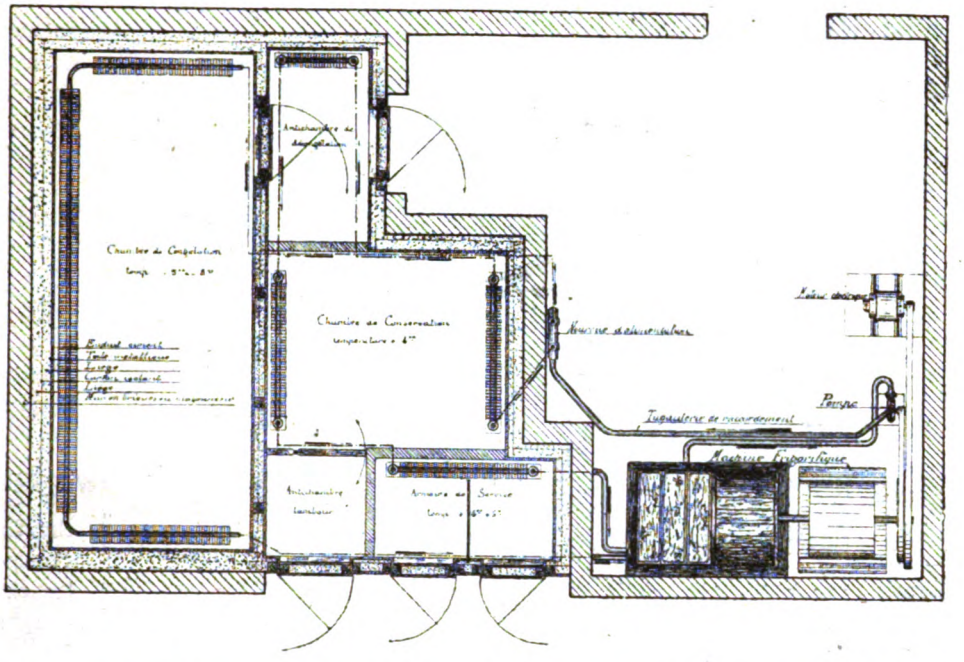


Fig. 7. — Plan schématique d'une installation avec frigorigène Audiffred-Singrün pour conservation de denrées diverses dans une coopérative d'approvisionnements.

On construit les murs en béton armé, en briques creuses, en pierres.

On peut construire ces murs de manière à leur faire supporter les planchers (entrepôts avec murs-supports), on peut encore faire reposer les planchers sur des colonnes, les murs servant uniquement à isoler l'intérieur de l'extérieur (entrepôts avec murs-entourages)

Fig. 8. — La gare frigorifique de Paris-Ivry P. O. Intérieur d'une chambre à viandes congelées.

Avec les murs-entourages, on peut isoler l'entrepôt sans solution de continuité ; les murs n'ayant pas de contact avec les extrémités des poutres, l'isolant peut être disposé de manière à former une sorte de caisse continue dans laquelle se trouvent les colonnes et les planchers.

Avec les murs-supports l'isolation n'est pas continue, et il peut y avoir, aux points d'encastrement des poutres, des fuites de froid assez importantes.

On emploie généralement comme isolant le liège sous différentes formes (liège granulé, liège aggloméré au brai de goudron). Les épaisseurs de liège nécessaires varient avec la température extérieure et la température des chambres (10, 15 et même 20 centimètres). L'épaisseur nécessaire est généralement réalisée au moyen de deux couches de briques de liège dont les joints sont contrariés. Ces briques ou plaques de liège sont fixées aux murs au moyen de broches en bois et les joints sont faits avec un mortier de

Digitized by Google

brai et de poudre de liège appliqué à chaud. L'isolant est ensuite protégé par un revêtement en ciment ou en carreaux vernissés.

Les réfrigérants et les tuyaux de conduite du fluide frigorigène doivent être également isolés.

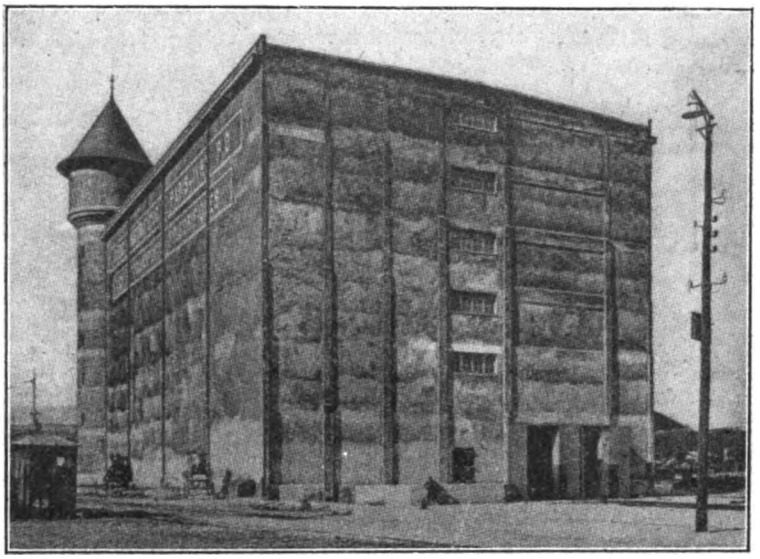


Fig. 9. — La gare frigorifique de Paris-Ivry P. O. Côté de l'entrée des wagons et du quai à poisson. Les 4 quais peuvent recevoir 25 wagons, dont 3 en manutention et 12 en attente. Il y a 24 chambres froides réparties en 5 étages et un rez-de-chaussée, cubant 5 000 mc.

c. *Dispositions des chambres.* — L'entrepôt comprend des chambres à des températures très différentes, pouvant varier de quelques degrés au-dessus de zéro, jusqu'à 20° au-dessous de zéro. Les chambres à basse température doivent être séparées des autres par des cloisons isolantes, et, comme l'isolation coûte cher, il y a intérêt à chercher la meilleure disposition des chambres pour réduire autant que possible l'étendue des surfaces à isoler.

Quand il y a plusieurs chambres à des température voisines, on peut les disposer les unes à côté des autres, horizontalement ou verticalement, de façon à n'isoler qu'un groupe de chambres au lieu d'isoler chacune de ces chambres.

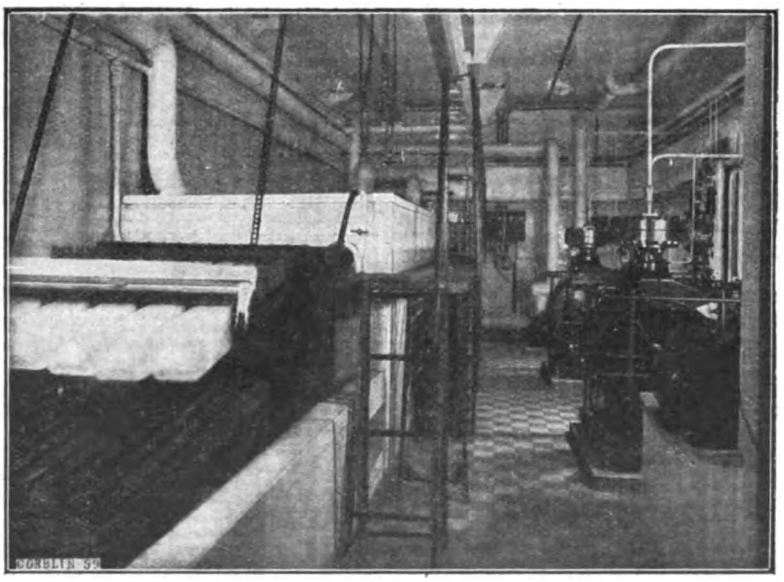


Fig. 10. — Installation frigorifique complète : 2 compresseurs à membrane; 2 condenseurs à contre-courant sont sous la passerelle; un grand bac à glace est à gauche et on voit les pains sortant des mouleaux. — A droite et en avant est un petit bac refroidi à très basse température pour la fabrication directe des crèmes glacées. Tout au fond, les pompes et les tuyauteries qui font circuler la saumure froide dans les différentes salles frigorifiques (Corblin).

Considérons par exemple un entrepôt de trois étages ayant 60 mètres de longueur, 25 mètres de largeur et 10 mètres de hauteur, et supposons qu'un tiers de sa capacité soit occupé par des chambres à une température voisine de 0°, un tiers par des chambres à une température d'environ — 7° et un tiers par des chambres d'une température d'environ — 15°. On pourra disposer les chambres par étages : les chambres à 0° au rez-de-chaussée, les chambres à — 15° au premier étage et les chambres à — 7° au deuxième étage. On aura alors à isoler deux planchers, soit une surface de 60 × 25 × 2 = 3 000 mq.

On pourra aussi diviser le bâtiment en trois tranches verticales correspondant aux chambres à 0°, — 7° et — 15°. On aura alors à isoler deux cloisons verticales, soit une surface de 25 × 10 × 2 = 500 mètres carrés. On voit que cette solution est beaucoup plus économique que la première.

On examinera, dans chaque cas particulier, quelle est la solution la plus avantageuse.

Les machines sont généralement installées dans des locaux contigus à l'entrepôt. Quand le sol n'es

Digitized by Google

pas bien sec et que l'isolation du plancher du rez-de-chaussée est difficile à réaliser, il est préférable de ne pas employer ce rez-de-chaussée à l'installation des chambres froides. On peut y placer les machines et leurs accessoires.

d. *Manutention et appareils mécaniques.* — Pour transporter facilement les denrées, et particulièrement les quartiers de viande, on dispose des rails aériens au plafond des chambres et des couloirs, sur ces rails se meuvent de petits chariots ou des galets munis de crochets de suspension. Des aiguilles placées aux points convenables permettent de diriger les denrées vers les chambres qui leur sont destinées. Les quartiers de viande suspendus aux rails peuvent être pesés au moyen de bascules spéciales.

Aux extrémités des couloirs se trouvent des monte-charges électriques munis de rails qui viennent se raccorder avec ceux des couloirs. Ainsi les quartiers de viande peuvent être transportés d'un étage à un autre par les rails aériens.

Pour les denrées non suspendues, on emploie des chariots que l'on fait passer d'un étage à un autre au moyen des monte-charges.

e. *Appareils de mesure et de contrôle.* — Il est indispensable de surveiller étroitement la température et l'état hygrométrique des chambres.

La température peut être indiquée par un thermomètre quelconque, mais il ne serait pas pratique de pénétrer dans les chambres pour lire la température, et l'ouverture des portes laisserait perdre du froid. Aussi utilise-t-on des thermomètres dont les indications peuvent se lire à l'extérieur des chambres. Quand on veut étudier les variations de la température d'une chambre, on y installe un thermomètre enregistreur.

On emploie encore des thermomètres avertisseurs qui actionnent électriquement des sonneries placées dans la chambre des machines, quand la température est trop élevée ou trop basse.

Quant au degré hygométrique, on le mesure au moyen de l'hygromètre ou du psychromètre. Le premier est d'un usage plus pratique que le dernier et s'emploie sous forme d'hygromètre à cadran ou d'hygromètre enregistreur.

Enfin on mesure au moyen d'anémomètres la vitesse des courants d'air sur les conduites des chambres froides.

***

Exemple d'entrepot frigorifique

Nous citerons comme exemple l'entrepôt frigorifique de Paris-Bercy P. L. M. qui a été installé il y a quelques années dans la gare de marchandises de Paris-Bercy.

Les chambres froides ont été disposées dans les sous-sols de la gare sous un tunnel ayant une épaisseur de voûte de 1 m. 40 à 4 m. 50. Elles sont desservies par une voie ferrée et une voie charretière installées dans deux tunnels situés de part et d'autre du tunnel qui abrite les chambres.

L'entrepôt comprend dix chambres froides de mille mètres cubes chacune et peut contenir 3.000 tonnes de denrées en vrac. Les parois verticales de ces chambres sont constituées, à l'intérieur du tunnel, par des cloisons en béton de mâchefer séparées par un intervalle de quelques centimètres des murs du tunnel, pour éviter que les eaux d'infiltration ne pénètrent dans les isolations.

Sur le parement intérieur de ces cloisons on a appliqué, en deux couches, une isolation en panneaux de liège aggloméré de 14 centimètres d'épaisseur, et sur cette isolation des cloisons en briques de mâchefer recouvertes d'un enduit en ciment.

Le sol comprend une couche de béton de mâchefer de 50 centimètres d'épaisseur supportant une couche d'isolant de 12 centimètres en panneaux de liège aggloméré et une chape en ciment de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, le point haut étant vers le milieu de la pièce pour faciliter l'écoulement des eaux de lavage.

La voûte de chaque chambre est recouverte d'une couche d'isolant en panneaux de liège aggloméré reliés à la voûte par des scellements, et la partie inférieure de l'isolant a été revêtue d'une couche de ciment grillagé. Les conduites pour l'air sont en fibro-ciment. Les salles sont refroidies par ventilation et chacune d'elles peut recevoir n'importe quelle sorte de denrée. Pour cela les frigorifères et les gaines de ventilation des chambres froides sont disposés de manière à permettre de réaliser dans chaque salle la température et l'état hygrométrique qui conviennent le mieux aux denrées qui doivent y être conservées. Les machines frigorifiques, type Fixary, comportent trois compresseurs horizontaux de 160 000 frigories-heure, dont un de secours, et peuvent réaliser simultanément dans toutes les salles une température de — 10°. Les compresseurs sont actionnés par moteurs électriques. Les condenseurs du type Fixary à ruissellement sont à circulation méthodique.

Chaque chambre est munie d'un frigorifère à surfaces facilement accessibles. Tous les frigorifères sont semblables. Un frigorifère quelconque peut travailler sur une ou plusieurs salles et un ensemble de frigorifères peut travailler sur un ensemble de salles. Ces combinaisons permettent de traiter chaque problème de réfrigération dans les conditions les plus économiques et d'assurer la conservation des denrées même pendant la réparation, la trans-

Digitized by Google

formation ou le nettoyage de l'un des frigorifères.

Pour le renouvellement de l'air, deux ventilateurs accouplés dont l'un introduit dans les chambres une quantité d'air pur et refroidi très légèrement supérieure à la quantité d'air vicié aspirée par l'autre, de manière à créer par les fuites des portes, des sorties d'air froid plutôt que des rentrées d'air chaud.

Des appareils de mesure et de contrôle permettent aux mécaniciens de surveiller le fonctionnement des appareils et d'en assurer le réglage.

1923, n'ont pas tardé à être insuffisantes et quinze nouvelles salles froides ont été aménagées en 1926. (Onze salles d'une superficie égale à un quart environ de la superficie des anciennes salles, et quatre salles plus petites.) L'entrepôt, agrandi d'environ un tiers, peut contenir 4 000 tonnes de marchandises.

Les nouvelles chambres possèdent une gamme de températures plus étendue que les anciennes. Dix des nouvelles chambres sont pourvues d'un refroidissement par ventilation et les cinq autres sont

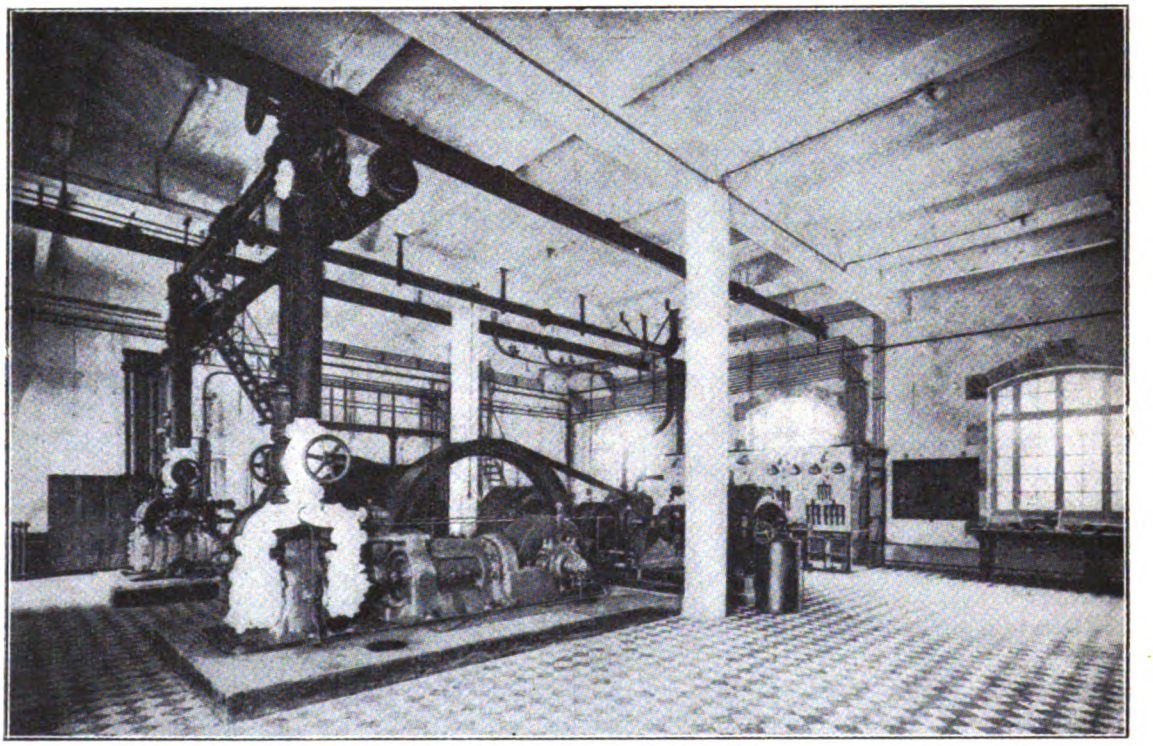


Fig. 11. — La salle des machines à la gare frigorifique de Paris-Ivry P. O. Les deux compresseurs produisant, à 80 tours-minute, 300 000 frigories-heure chacun par détente directe d'ammoniaque.

Les chambres froides ouvrant sur les quais de chargement, les manutentions des marchandises sont faciles et rapides. Les portes sont divisées en deux parties par une coupure horizontale et l'on peut n'ouvrir que la partie inférieure ou la partie supérieure de manière à limiter les rentrées d'air chaud ; les ouvertures sont d'ailleurs munies de sas d'air pour réduire encore ces rentrées d'air chaud.

Les quais de la voie ferrée et de la voie charretière communiquent par un passage transversal au centre et aux extrémités de l'entrepôt.

Les wagons frigorifiques peuvent être refroidis au moyen d'un système de ventilateurs prélevant de l'air froid dans un des frigorifères sans que celui-ci cesse de refroidir la chambre froide qu'il dessert.

Une seule des chambres, destinée à l'entreposage de la viande fraîche, est munie d'un réseau de rails aériens.

Les installations de cet entrepôt, terminées en

en outre munies à l'intérieur de faisceaux qui les refroidissent par rayonnement. Grâce à la variété des températures et des états hygrométriques que que l'on peut obtenir, il est possible d'entreposer les denrées les plus diverses : viande congelée, viande fraîche, œufs, fromage, beurre, légumes, fruits, pommes de terre, etc. Aux trois anciens compresseurs horizontaux de chacun 160 000 frigories-heure nominales on a ajouté un compresseur vertical de 350 000 frigories-heure nominales. En outre, un petit compresseur de 25 000 frigories-heure nominales permet d'abaisser la température jusqu'à — 30° dans deux des petites chambres.

L'ensemble de l'installation permet donc d'obtenir 855 000 frigories-heure nominales.

Le poids d'ammoniaque circulant dans les tuyauteries atteint 10 000 kilogrammes.

(La fin à la prochaine livraison.)

Digitized by Google

Le Monde des Automates

PAR

M. LÉOPOLD REVERCHON

Rédacteur en chef de *l'Horloger*.

Qu'est-ce qu'un automate?

Je suis bien certain que si l'on pose cette question à cent personnes, de but en blanc, il n'y en a pas deux, peut-être pas une, qui y répondra correctement.

Les deux premières syllabes indiquent nettement que ce terme a comme première racine le mot grec *autos*, qui veut dire : *soi-même*. Quant à la dernière syllabe, bien des auteurs se contentent de dire qu'elle vient d'un autre mot grec signifiant *se mouvoir*. Un automate serait donc un être ou un objet se mouvant de soi-même.

Tout être animé serait donc un automate par définition, puisque tout être animé se meut de lui-même.

Or, en mécanique, le terme automate est spécialement réservé aux machines qui imitent le mouvement d'un être animé, et qui l'imitent grâce à des procédés artificiels. *Automate* signifierait donc exactement le contraire de ce que ferait supposer son étymologie. Cela n'empêche pas sa compréhension d'être extrêmement large. En réalité, on peut dire que toute machine en fonctionnement est un automate : une locomotive ou un marteau pilon comme une horloge ou un oiseau chantant.

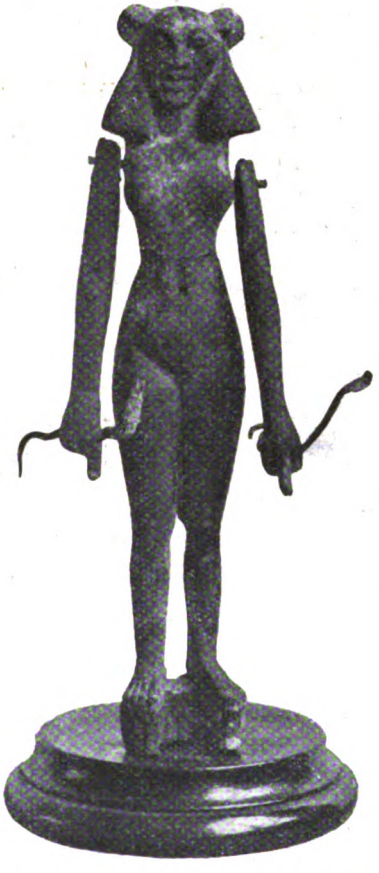


Fig. 1. — Poupée égyptienne articulée.

C'est donc avec toute raison que MM. Gélis et Chapuis ont donné le nom de Monde des Automates au domaine qu'ils ont entrepris d'explorer, celui des imitations d'actes courants de personnages vivants. Ce champ est d'ailleurs immense.

Nous le trouvons réparti en 28 chapitres (1).

Les cinq premiers ont trait à l'histoire ancienne et au moyen âge.

Les chapitres VII et VIII aux jaquemarts.

Les chapitres IX à XII aux automates des horloges et pendules.

Les chapitres XIII et XIV s'occupent des tableaux, théâtres, jouets et girouettes.

Le chapitre XVII, des montres et tabatières.

Les chapitres XVIII et XIX, des oiseaux et animaux mécaniques.

Les chapitres XX à XXV, des androïdes de toutes sortes.

Les trois derniers des faux, de l'orthopédie et de la littérature.

***

Pourquoi MM. Chapuis et Gélis se sont-ils associés pour l'exploration de ce vaste domaine?

Parce qu'ils étaient tout naturellement qualifiés par leurs études antérieures. M. Alfred Chapuis est un chercheur-né, un chercheur intrépide et passionné. C'est un homme d'archives. Et comme il est d'un pays où l'horlogerie fleurit, comme dans le Midi fleurit l'oranger, c'est surtout l'horlogerie qui a bénéficié de son activité sans cesse en éveil. Nous lui devons déjà deux superbes ouvrages richement documentés : *L'Histoire de la Pendulerie neuchateloise* et *La Montre chinoise*. L'idée de s'atteler à l'automatique qui touche de si près à l'horlogerie qu'elle peut en être considérée comme une section, le devait séduire.

Quant à M. Gélis, il est, depuis toujours, de la maison horlogère. C'est un praticien, doublé d'un connaisseur pour lequel l'histoire des vieux mouvements n'a depuis longtemps plus de secret. Ses études techniques ont été faites, si l'on peut ainsi parler, à l'amphithéâtre d'anatomie horlogère ! Il n'a pas son pareil pour disséquer la pièce qui se présente et sollicite le *dignus intrare* dans une collection. Si elle n'est pas munie de tous les caractères de l'authenticité, et exempte de tout soupçon d'anachro-

(1) La *Science Moderne* a annoncé l'apparition imminente de cet ouvrage dans son numéro d'octobre 1927.

Digitized by Google

nisme, elle peut être sûre de son affaire. Elle sera refusée à l'examen de la licence ès antiquités !

M. Gélis qui a réuni une très belle collection de montres et de pendules, une collection que je qualifierais presque de collection-étalon, devait travailler avec le chercheur Chapuis. Complémentaires en quelque sorte l'un de l'autre, on devait trouver ces deux amis associés sur la couverture et le long des pages d'un livre consacré au *Monde des Automates*.

Ceci soit dit en passant uniquement pour montrer que nos deux auteurs constituent bien deux excellents guides, deux *right men in a right place*, dirais-je volontiers si je ne craignais de faire à l'anglais une réclame dont, vraiment, il n'a pas besoin !

***

Donc nous appelons automate tout objet, non animal ni végétal, animé d'un mouvement artificiel. Depuis le *jouet articulé avec une ficelle* jusqu'aux *androïdes* ultra-perfectionnés, comme le joueur d'échecs de M. Torrès y Quevedo.

Le jouet, nous le trouvons dans l'antiquité la plus lointaine, dans ces grossières imitations à bras et jambes simplement articulés. Cette danseuse égyptienne qui figure au musée de Manchester, appartient à ce premier stade de l'automatisme. Elle date, paraît-il, de l'époque qui va de la XII[e] à la XV[e] dynastie. (fig. 1). Ce genre d'automate a conservé sa popularité jusqu'à nos jours, et on le retrouve dans tous les magasins, représentant la plus humble formule du cadeau à l'enfant. Le *moteur ficelle* a franchi les siècles et trouve de nos jours des applications dans toutes les branches de l'activité humaine. Qui n'a entendu dire vingt fois, cent fois, que nos hommes politiques sont des pantins dont la finance internationale tire les ficelles? Le mot de *ficelle* est même devenu le synonyme de l'homme habile à évoluer et à profiter des occasions.

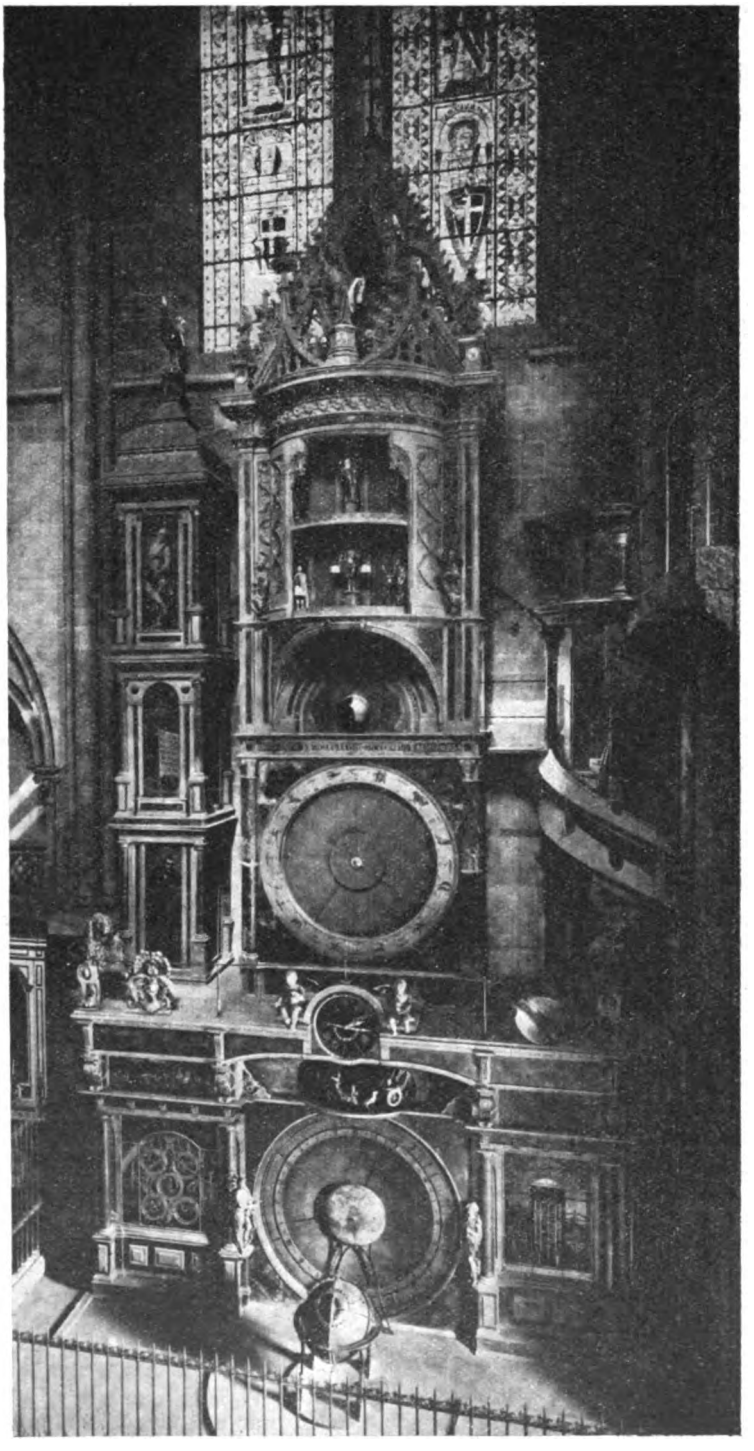


Fig. 2. — L'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg, chef-d'œuvre de Schwilgue, célèbre auprès du public surtout pour les automates que fait agir son mécanisme.

Après la ficelle nous trouvons comme agent très en faveur l'*écoulement de l'eau*. Sa régularité naturelle devait inspirer les chercheurs ingénieux. Elle a, de fait, été mise à contribution, et c'est elle qui en particulier anima

Digitized by Google

les clepsydres, parfois fort compliquées. Le *poids* est apparu plus tard. Et finalement le *ressort*.

Pendant longtemps, le *levier* fut l'agent de transmission du moteur aux mobiles. Certains organes automates présentent une complication énorme du fait de la multiplication desleviers. Une simplification très grande a été apportée par l'introduction des *rouleaux* munis de picots de soulèvement. Le rouleau a naturellement engendré la *came*, instrument d'une merveilleuse souplesse que nous trouvons maintenant dans toutes les machines chargées de produire des articles en série.

L'exécution de mouvements automatiques demande, bien entendu, lorsqu'on cherche une imitation aussi parfaite que possible du sujet vivant, un système de régulation aussi exact que possible.

Cette régulation est obtenue généralement par l'emploi du *volant* qui est employé dans les sonneries d'horloges lesquelles sont des *automates* musicaux très simples.

***

L'imitation mécanique des mouvements de l'être animé a toujours séduit les masses populaires.

C'est pourquoi on rencontre dans l'histoire de l'horlogerie une quantité considérable de machines qui accompagnent la sonnerie de l'éxécution de scènes plus ou plus ou moins grossièrement jouées, plus ou moins compliquées.

Le plus simple des automates horlogers est le *jaquemart*, c'est-à-dire un personnage généralement grotesque, chargé, dans les cas les plus simples, de frapper l'heure ou de faire semblant de la frapper.

On a beaucoup disserté sur l'étymologie du terme jaquemart.

D'après Littré, jaquemart « semble une altération de l'allemand ou du flamand *jacman*, l'homme armé d'un jaque ». Il paraît toutefois difficile d'admettre que *man* se soit transformé en *mart* !

L'explication de Furetière qui donne jaquemart comme le nom popularisé de *Jacques Marc* de Bourbon, connétable de France, lequel ne sortait jamais qu'armé de pied en cap, semble invraisemblable.

Je crois la vérité beaucoup plus simple.

Jaquemart c'est l'automate populaire par excellence, simple, rudimentaire, mastoc, par opposition à l'automate savant de Vaucanson, de Jaquet Droz ou de Maillardet. Il est né presque en même temps que l'horloge

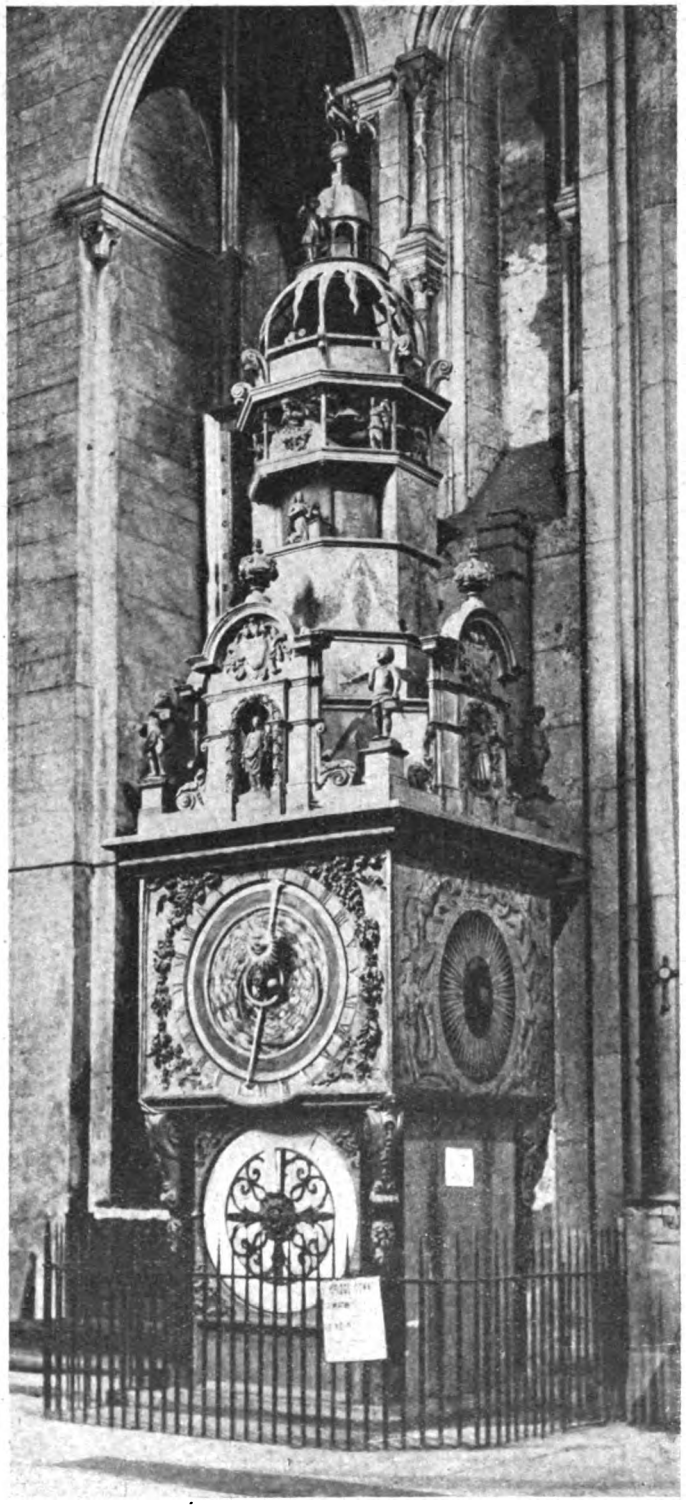


Fig. 3. — L'horloge astronomique et à automates de Lyon.

Digitized by Google

publique, c'est-à-dire au XIVe siècle. Or, au XIVe siècle, les paysans des campagnes s'appelaient *les jacques*. Quoi d'extraordinaire à ce que le peuple ait appelé Jaquemart, pour *Jacques Marteau*, la grossière figure faisant mine de frapper les heures au haut d'un beffroi?

Quoi qu'il en soit, les jaquemarts furent légion. Et dans *le Monde des Automates*, on en trouve remémorés un nombre considérable. Tantôt ils sont seuls, tantôt au contraire accompagnés de nombreuses autres figures.

Parmi les premiers, le plus célèbre est sûrement celui de Dijon, installé d'abord à Courtrai en 1375, et enlevé après la prise de cette ville par le duc de Bourgogne qui le fit placer à l'église Notre-Dame.

Fig. 4. — L'ancien coq de la cathédrale de Strasbourg.

Parmi les seconds, et sans quitter la France, nous trouvons deux des plus fameuses machines horaires connues — je devrais peut-être dire les deux plus célèbres — celles de Strasbourg et celle de Lyon. Toutes deux sont astronomiques. Elles sont représentées respectivement par nos gravures 2 et 3.

L'horloge de Strasbourg a trouvé il y a quelques années deux historiens tout à fait qualifiés dans les personnes d'Alfred Ungerer et de Théodore Ungerer, les horlogers bien connus de Strasbourg, successeurs actuels de Schwilgué, le grand constructeur qui de 1838 à 1842, refit entièrement les mécanismes, ne laissant subsister des anciennes constructions que le meuble colossal qui les enfermait (1).

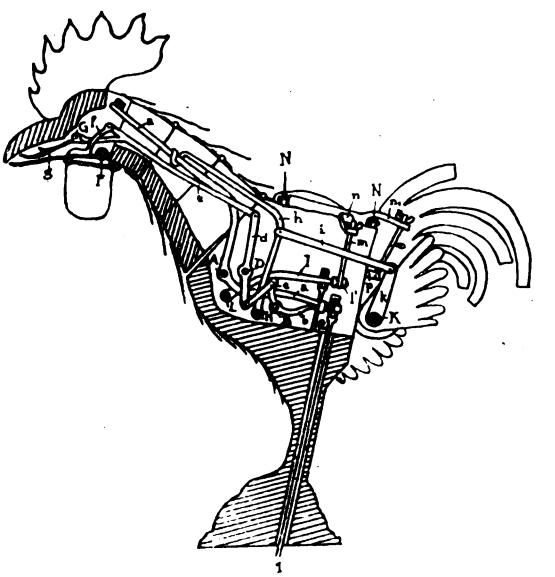


Fig. 5. — Le mécanisme de l'ancien coq de Strasbourg.

(1) M. Alfred Ungerer a publié dans le *Bulletin de la Société astronomique de France*, et en une importante plaquette tirée à part, une description complète de l'horloge de Strasbourg.

L'horloge de Lyon, beaucoup plus modeste de proportions, présente cet avantage d'avoir été simplement remise en état en 1894 par l'ingénieur parisien Chateau, et de s'offrir à notre admiration à peu près telle qu'elle était en 1572.

Toutefois au point de vue automatique qui nous occupe ici, nous possédons sur l'horloge originale de Strasbourg terminée en 1354 un document tout à fait hors de pair, c'est le coq chantant qui couronnait l'édifice, lequel fut conservé en 1574 par Dasypodius, lors de la réfection de l'horloge, et est aujourd'hui le principal ornement du musée horloger strasbourgeois.

Il est, je crois, difficile de trouver une machine automatique mieux représentative de la technique médiévale que ce coq dont nous donnons en 4 et 5 la représentation extérieure et la coupe. Celle-ci montre l'enchevêtrement des leviers qui avaient pour mission de faire battre les ailes et agiter la tête de l'oiseau dont le cocorico sonore émerveillait les auditeurs. Il convient de noter que les plumes ne remuaient pas en bloc, mais se déplaçaient les unes par rapport aux autres.

L'auteur de l'horloge primitive de Strasbourg ne nous a pas transmis son nom. Il en est de même de celui de l'horloge de Saint-Jean, à Lyon. Chose singulière, c'est précisément l'année où l'horloger suisse Habrecht s'attela à la construction de la seconde horloge de Strasbourg, en 1572, que le chapitre lyonnais songea à restaurer la sienne, abîmée dix ans auparavant par les calvinistes. Ce n'est pourtant que bien plus tard, en 1598, que Messieurs

Digitized by Google

du Chapitre traitèrent à cet effet avec un certain Hugues Levet pour cette restauration. Levet s'adressa pour l'exécution de ce travail à l'artiste bâlois, Nicolas Lippius.

Nous noterons seulement que le coq de Lyon était beaucoup moins compliqué que celui de Strasbourg puisqu'il est indiqué seulement comme « chantant ».

Remarquons en passant que l'horloge de Strasbourg, de même que celle de Lyon et nombre d'autres machines horaires compliquées anciennes, ont une légende d'après laquelle le constructeur aurait eu les yeux crevés par l'ordre de la municipalité, de crainte qu'il ne fût tenté d'installer ailleurs un mécanisme aussi remarquable. Selon toute vraisemblance, c'est une légende sans fondement sérieux.

La littérature relative à l'horloge de Strasbourg est extrêmement abondante. On en trouvera une bonne bibliographie dans l'*Horloge Astronomique de Strasbourg*, d'Alfred et Théodore Ungerer. L'horloge de Lyon est moins bien partagée. C'est pourquoi je signalerai à son sujet une particularité fort rare. Le cadran que l'on voit à droite de notre gravure est de forme ovale. Il n'a qu'une aiguille. Mais cette aiguille est munie d'un ingénieux dispositif intérieur qui permet à sa pointe de suivre exactement le contour de la ligne des heures. Un beau dessin de l'*Histoire de l'horlogerie*, de Pierre Dubois, représente l'horloge avec ce cadran, mais par suite d'une erreur incompréhensible, il est à gauche au lieu d'être à droite !

D'une manière générale, toutes les anciennes horloges à jaquemarts et complications sont établies sur un plan analogue, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en examinant les deux meubles de Strasbourg et de Lyon.

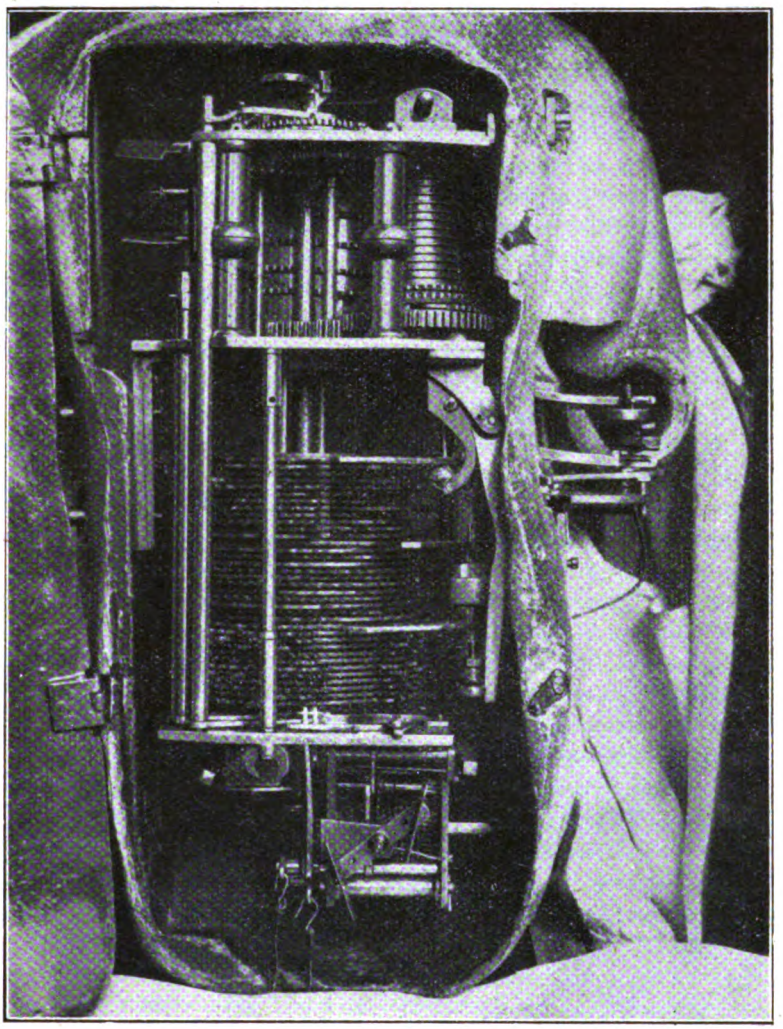


Fig. 6. — *Le Dessinateur*, de Pierre Jaquet-Droz. Vue d'ensemble du mécanisme, logé dans le dos (à l'extrême gauche, charnières du panneau de fermeture) et actionnant par des leviers articulés le bras droit, creux, dont on voit la naissance.

Parmi ces horloges, il en est une qui bénéficie d'une notoriété comparable aux deux que nous venons de citer, c'est celle de Lund en Suède, à laquelle M. Théodore Wahlin, architecte de la cathédrale de cette vieille cité universitaire, a consacré un superbe ouvrage, *Horologium mirabile Lundense*, à la suite de la restauration brillamment exécutée, il y a quelques années, par M. Bertram Larsen, éminent horloger de Copenhague (1).

***

Les coqs chantants constituent une sorte de transition entre les horloges qu'ils surmontent et les oiseaux chantants dont les mécanismes sont souvent fort ingénieux, et que l'on rencontre, non seulement dans des cages, mais dans des pendules et des tabatières.

Sauf erreur, il existe encore à Paris un artiste s'occupant spécialement de ce genre de curiosité. C'est M. Bontemps.

Mais l'automate qui tient la tête de la confrérie

(1) MM. Chapuis et Gélis donnent des détails sur une bonne centaine d'horloges à automates plus ou moins compliqués.

Digitized by Google

des imitateurs des mouvements réels, est l'androïde, c'est-à-dire la poupée d'apparence humaine.

Dans ce domaine, il existe des pièces véritablement admirables, parmi lesquelles il faut citer en premier lieu le Dessinateur et l'Ecrivain de Jaquet-Droz. Les Jaquet-Droz, de la Chaux-de-Fonds, et les Maillardet, leurs compatriotes suisses, jouissent d'une réputation hors de pair et méritée. Charles Perregaux et Louis Perrot ont consacré aux premiers de ces artistes et à leur digne collaborateur Le schot un bel ouvrage dans lequel ils ont pu démontrer, pièces en mains, que le *Dessinateur*, l'*Ecrivain* avaient été vendus en 1787 à Madrid, avec une *Joueuse de clavecin* et une pièce mécanique appelée *La Grotte*, pour la somme totale de 41 000 francs. Ce chiffre montre que les merveilles mécaniques de l'automatisme se vendaient alors à des prix abordables.

Pour donner une idée de la complication de ces pièces, nous reproduisons ici une photographie représentant l'intérieur du dos de l'*Ecrivain* (fig. 6).

J'ajouterai que l'on peut se rendre compte de ce qu'était une *joueuse de clavecin*, au Conservatoire des Arts et Métiers qui en possède une fonctionnant parfaitement et récemment remise en état par l'habile horloger de cet établissement, M. Rognon.

Je ne parlerai que pour mémoire du *joueur d'échecs* de M. Léonardo Torrès y Quevedo, membre de l'Académie des sciences de Madrid et de celle de Paris. Le joueur d'échecs est un automate qui *se détermine* d'après les circonstances. Un automate d'un genre supérieur, transcendant si l'on veut.

M. Torrès a proposé d'ajouter à la cinématique un chapitre qui s'appellerait : l'*Automatique*.

Dans ce chapitre on étudierait les automates qui *imitent, non pas les simples gestes, mais les actes réfléchis de l'homme et qui peuvent parfois le remplacer.*

« Ces automates auront des *sens* : des thermomètres, des boussoles, des dynamomètres, des manomètres... des appareils sensibles aux circonstances qui doivent avoir une influence sur leur marche...

« Ils auront des *membres* : les machines ou les appareils capables d'exécuter les opérations dont ils seront chargés...

« Ils auront l'*énergie nécessaire* : accumulateurs, courants d'eau, réservoir à air comprimé...

« Ils seront en outre *capables de discernement*, pourront à chaque moment, *en tenant compte des impressions qu'ils reçoivent ou même de celles qu'ils ont reçues auparavant, commander l'action voulue.* Il faut que ces automates *imitent les êtres vivants en réglant leurs actes d'après leurs impressions, en adaptant leur conduite aux circonstances.* »

Nous sommes ici dans un domaine nouveau, et curieux, non encore exploré.

Nous ne nous y engagerons pas plus que ne s'y sont engagés MM. Chapuis et Gélis. Nous nous bornerons à citer, pour terminer cet article, le théorème de M. Torrès dont l'audace étonnera sans doute plus d'un lecteur :

Il est toujours possible de construire un automate dont tous les actes dépendent de certaines circonstances plus ou moins nombreuses, suivant des règles qu'on peut imposer arbitrairement au moment de la construction (1).

Nous voici loin de la poupée articulée de notre figure 1 !

Mais avec les savants, il ne faut jamais douter de rien.

Il y a encore de beaux jours pour les Vaucanson, et les Jaquet-Droz de demain !

(1) *Revue générale des Sciences*, 15 novembre 1915, p. 601-911.

Digitized by Google

Le "B. C. G."

PAR

H. DE VARIGNY

Tant d'abréviations ont eu cours durant la guerre, et le conservent durant ce qu'on appelle la paix, que le public sait généralement ce qu'elles signifient. Bien que B. C. G. n'ait rien à voir avec la guerre, cette abréviation est déjà assez généralement répandue pour que la plupart des lecteurs sachent qu'il s'agit du bacille *bilié Calmette-Guérin*, c'est-à-dire du bacille tuberculeux traité par la bile selon les procédés de Calmette et de Guérin, et employé à titre de vaccin.

La presse quotidienne a dit le très grand intérêt des recherches dont A. Calmette a été l'initiateur, et des résultats obtenus par lui-même et son collaborateur. *La Science Moderne* a également reproduit (juillet 1927) une conférence faite sur ce sujet il y un an à Montréal par le Dr Boëz. L'expérience d'une année de plus ayant confirmé la valeur de ce procédé, il sera permis de le redire, car il semble bien qu'un pas considérable ait été fait vers une méthode efficace et rationnelle non pas de traitement mais de prophylaxie de la tuberculose, maladie qui, on le sait, est responsable à elle seule du cinquième environ des décès, et a l'inconvénient de supprimer surtout une population jeune, qui a coûté à la communauté, sans encore rien lui rapporter.

Quel est le point de départ en l'affaire? A. Calmette l'a relaté dans ses communications aux Académies des Sciences et de Médecine et dans ses publications, les *Annales de l'Institut Pasteur* particulièrement (mars 1927 plus spécialement). Il semblait dès 1886, grâce à Marfan, que l'immunité antituberculeuse diffère dans son essence de l'immunité à l'égard de la plupart des maladies microbiennes. Dans le cas de ces dernières, l'état réfractaire, qui empêche l'infection par inoculation ou contagion nouvelle, résulte ou bien d'une première atteinte, spontanément guérie, ou bien de l'imprégnation de l'organisme par le microbe spécifique ou les toxines qui en dérivent.

Dans le cas de la tuberculose comme de quelques maladies dues à des protozoaires, il en va autrement. L'immunité, traduite par la résistance aux réinfections (si faciles, chaque jour), ne se présente que si l'organisme renferme des parasites spécifiques, mais en petit nombre, et encore vivants, et de faible virulence : ces trois conditions sont essentielles. Il ne faut pas que l'organisme puisse les détruire, car alors il deviendrait susceptible d'infection par bacilles virulents. En somme, un état d'infection légère, bénigne, est nécessaire. Cet état est révélé par la sensibilité à la tuberculine. Et celle-ci a fait voir l'extrême diffusion de l'infection bacillaire dans le monde, et la précocité de celle-ci dès la première enfance, surtout dans les familles comprenant des tuberculeux disséminateurs de germes. Témoin cette observation de Parisot, de Nancy, montrant que dans ces familles 40 p. 100 des enfants de moins de deux ans ayant survécu, et 90 p. 100 de ceux qui ont quatre à dix ans, réagissent à la tuberculine. En milieux non infectés, les chiffres sont de zéro à deux ans, et de 31 p. 100 à dix ans : preuve de l'infection par le milieu général, à l'exclusion du familial.

Cette infection, précoce en milieu tuberculeux, s'opère par absorption des bacilles par les muqueuses respiratoire et digestive : cette dernière est particulièrement absorbante, d'où imprégnation du système lymphatique, ce qui fait que la tuberculose est essentiellement une maladie de ce dernier. C'est là une indication qu'a utilisée A. Calmette, comme nous le verrons.

Passons maintenant à un autre ordre d'idées. C'est un fait connu, que signala Landouzy, que nul défunt de plus de quarante ans, surtout dans les villes, n'est sans présenter à l'autopsie des signes d'infection bacillaire. L'emploi de la tuberculine révèle le même fait chez le vivant. De ceci on peut et doit conclure que la tuberculose ne tue qu'une petite proportion (1 sur 5 environ) des sujets qui la présentent, malgré les nombreux risques de réinfection.

Cela a son intérêt, et ce qui n'en a pas moins, c'est qu'il en va de même chez les animaux sensibles à la tuberculose. L'expérimentation devient donc possible. En quoi consistera-t-elle? Evidemment à voir l'effet du peuplement des organes lymphatiques au moyen de bacilles vivants et peu virulents, dès le plus jeune âge.

Des expérimentateurs divers ont fait quelques recherches dans ce sens : Behring, Koch, Arloing, Ferran, mais avec un succès très relatif. Calmette a donc repris l'étude de la question en utilisant les notions développées plus haut.

Il faut du bacille vivant, mais il le faut en même

Digitized by Google

temps peu virulent. Il y a beaucoup de manières d'atténuer un bacille virulent. Celle qui a été choisie après beaucoup de tâtonnements, comme pouvant donner les meilleurs résultats, a consisté à cultiver le bacille sur bile pure de bœuf, glycérinée à 5 p. 100 (d'où le nom de bacille *bilié*). Dans la bile très alcaline le bacille a sa coque de cire graisseuse, gonflée et saponifiée, sans que sa vitalité soit atteinte. Mais sa virulence l'est, à la longue. Et Calmette a constaté dans une expérience de longue haleine qu'après 230 cultures successives en treize ans, les bacilles, au début très virulents pour le bœuf, sont devenus à peu près inoffensifs même à haute dose : l'expérimentation le démontre. Celle-ci prouve aussi que ce B. C. G. inoculé aux animaux, même par les veines, est parfaitement toléré. Aucun danger par conséquent ne peut résulter de la dissémination de cette race de bacilles.

Mais son inoculation présente-t-elle quelque avantage? Assurément, et cela ressort de multiples expériences sur les animaux. Le B. C. G., inoculé aux animaux indemnes de toute infection bacillaire préexistante, leur confère l'aptitude à résister à l'inoculation de bacilles virulents qui tuent à coup sûr les témoins. Le B. C. G. vaccine contre le bacille tuberculeux ordinaire. Et l'état vaccinal dure un temps appréciable, qui est de dix-huit mois chez les bovidés et de trois ans chez les singes anthropoïdes. L'animal résiste ce temps à l'infection expérimentale : sans doute il résisterait plus longtemps à la contagion naturelle.

Ajoutons que cette résistance paraît liée à une symbiose du bacille-vaccin avec certaines cellules du mésoderme, et dure autant que ces cellules bacillisées. Ajoutons encore, ce qui importe davantage, que cette immunité ne peut être produite que chez le très jeune sujet, avant toute infection par le milieu, c'est-à-dire par des bacilles virulents. Du moment où 60 p. 100 des enfants de dix ans réagissent à la tuberculine, et 40 p. 100 des bovidés de cinq ans, il est évident que la vaccination anti-tuberculeuse n'est utilisable que chez les très jeunes sujets, dès les premiers jours de l'existence.

Les expériences faites sur les animaux, sur les bovidés en France, sur les singes en Guinée, à l'élevage organisé par l'Institut Pasteur à Kindia, ont amplement démontré que les jeunes sujets vaccinés par le B.C.G. ont acquis une résistance très marquée aux inoculations de bacilles virulents, et à plus forte raison à l'infection par contagion usuelle, par contact avec des animaux tuberculeux.

En somme, jusqu'ici, ce que Calmette a établi, c'est que le bacille tuberculeux virulent cultivé sur bile reste vivant, mais perd sa virulence ; il se révèle en outre immunisant contre le virulent quand il est établi dans l'organisme avant ce dernier, et cette immunité, manifeste chez l'animal, dure un certain nombre d'années. La découverte est d'un grand prix pour l'élevage ; elle permet, non pas de lutter contre la tuberculose des animaux domestiques, mais de l'empêcher de les envahir, si on intervient à temps.

***

L'homme peut-il bénéficier de la méthode? C'était la question qui se posait tout naturellement, d'autant plus que c'était en vue de la prophylaxie humaine que toute la recherche avait été entreprise.

Il y avait deux manières possibles de procéder. L'une, la plus simple, consistait à faire l'expérience sur un certain nombre — mettons un millier — d'enfants « tout venant », d'enfants quelconques, nés en milieu normal sain. Ces enfants auraient été suivis de près et on eût constaté, année par année, s'il y en avait de tuberculeux et dans quelle proportion pour rapprocher les résultats de la statistique de Parisot et d'autres. C'était commode, mais long. On n'avait de résultats précis qu'avec un temps pouvant atteindre cinq et dix ans.

L'autre méthode qu'a préférée Calmette a consisté à jouer la difficulté. Elle est d'ailleurs plus démonstrative et plus rapide. Elle consiste à ne vacciner que des enfants nés en milieu tuberculeux et y vivant, ceux qui ont le plus de chances de s'infecter. On sait la proportion d'infection que présente ce milieu au bout de temps divers: on devait, en procédant de la sorte, arriver assez rapidement à des conclusions précises. C'est à cette dernière façon d'expérimenter que Calmette a eu recours. Il a opéré pour l'espèce humaine comme pour les bovins, en vaccinant avec le B. C. G. uniquement des sujets nés en milieu tuberculeux et y restant : uniquement ceux qui ont le plus de chances de s'infecter, et aussi ceux dont la non-infection est le plus démonstrative. Pour commencer il a procédé avec grande prudence. En 1921 une première expérience fut faite sur un enfant né en milieu tuberculeux, à peu près fatalement voué à l'infection par la cohabitation inévitable avec un grand-père phtisique C'était en juillet. On lui fit ingérer, les troisième, cinquième et septième jours de sa naissance 6 milligrammes de B. C. G., soit 240 millions de bacilles biliés, environ. Nul incident, nul accident : quoique vivant en milieu infectant, l'enfant est resté indemne, il vit toujours et reste en parfaite santé. En 1922, expérience plus étendue ; cette année 217 nourrissons furent soumis à 3 injections préventives, chacune de 1 centigramme de B. C. G. (1 200 millions de bacilles biliés). Cette fois il s'agissait de nouveau-nés en

Digitized by Google

majorité en milieu sain : mais 17 vivaient auprès de leur mère tuberculeuse. Aucun n'a pris la tuberculose. Le B. C. G. a donc donné la résistance à ces 17 sujets : il n'a par surcroît eu nul inconvénient pour les 200 autres qui restèrent indemnes. Il semblait donc qu'il fût permis d'opérer plus en grand,

Formes associées, préparation par impression du bacille tuberculeux Gr. × 700 (d'après Koch).

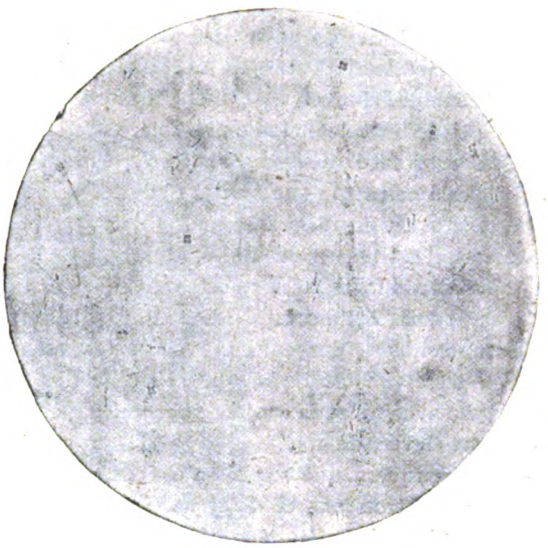
Formes ramifiées et renflées.

et en 1924, Calmette mettait le B. C. G. à la disposition de tous les médecins pour qu'il fût utilisé de façon spéciale sur les nouveau-nés vivant en milieu tuberculeux, les plus exposés donc à la contagion.

Où les choses en sont-elles maintenant? A. Calmette l'a fait savoir le 10 janvier à l'Académie de Médecine.

Partant de ce fait d'expérience qu'en ce qui concerne les bovidés l'immunité expérimentale exige pour se produire un délai de vingt-cinq jours environ, et de cette idée qu'il doit en être à peu près de même pour les humains, Calmette préconise la vaccination préventive la plus précoce durant les premiers jours après la naissance. Les effets de cette vaccination, on commence à les discerner assez nettement. A la date du 1er décembre 1927, il avait été vacciné 52 772 enfants à leur naissance, à Paris et en province. Sur ces 52 772 enfants, il y en a 5 749 de particulièrement intéressants, nés de mère tuberculeuse et vivant en milieu bacillaire. Où en sont-ils, ces enfants? Il faut les grouper selon l'âge vaccinal, selon le temps depuis lequel ils ont été inoculés.

Voici d'abord 3 808 enfants vaccinés depuis moins d'un an, à la date du rapport (1er décembre 1927). Ils ont de zéro à un an. Sur les 3 808, il en est déjà mort 118. Cela représente une mortalité générale, pour toutes causes de maladies, de 3,1 p. 100, alors qu'en France la mortalité de non-vaccinés de cet



Dans des crachats tuberculeux.

Trois formes très différentes du bacille de Koch, microbe de la tuberculose, montrant la plasticité de cet organisme suivant les conditions dans lesquelles on le cultive. Ses propriétés physiologiques et pathogènes peuvent également varier, comme le montrent les recherches détaillées dans cet article et qui ont abouti à l'obtention d'une race presque dépourvue de virulence.

âge, avec ou sans contact tuberculeux, est de 8,5 p. 100. La mortalité générale de zéro à un an est donc de plus de moitié moindre chez les vaccinés en contact tuberculeux que chez les non vaccinés avec ou sans contact. Constatation générale intéressante, mais qui veut être complétée par une enquête sur la mortalité spéciale. Car les enfants comme les adultes ont des raisons variées de mourir, et il importe de voir de près pour combien la mortalité spéciale par tuberculose entre dans le chiffre de la mortalité générale.

Combien, sur les 3808 vaccinés depuis moins d'un an et restés en contact avec les tuberculeux sont morts de tuberculose certaine ou présumée? Il est aisé de voir : la statistique donne 34 décès, c'est-à-dire 0,9 p. 100. Quel est le chiffre de mortalité présumée tuberculeuse, des non-vaccinés, vivant en milieu bacillaire? Au moins de 24 p. 100 pour les enfants surveillés en dispensaires, et, autrement, de

Digitized by Google

50 p. 100, même 80 p. 100. La différence est donc considérable (de 0,9 à 24 p. 100, au moins). En passant on remarquera qu'au Danemark la mortalité des non-vaccinés en contact bacillaire de zéro à un an, a été ramenée à 7,7 p. 100, on ne dit pas par quel moyen toutefois. Mais, même le chiffre du Danemark fût-il vrai pour la France, ce qu'il n'est sûrement pas, il resterait un écart de 0,9 à 7,7 tout en faveur de la vaccination.

Considérons maintenant la population infantile vaccinée, ayant de un an à trois ans et demi. Les chiffres ici sont encore plus favorables. Cette population est de 1 941 sujets, tous en contact tuberculeux, vaccinés depuis un temps qui varie de un an à trois ans et demi. Quels sont les chiffres concernant leur mortalité? Sur ces 1 941 sujets, il en est mort 21, dont 4 seulement de maladie présumée tuberculeuse.

Une mortalité *générale* de 21 décès sur 1941 sujets, cela constitue une mortalité de 1,2 p. 100 au lieu qu'elle est de 1,6 p. 100 pour sujets non vaccinés, vivant en milieu bacillaire.

Considérons-nous la mortalité spéciale par tuberculose? La diminution est évidente. Car si la mortalité tuberculeuse des enfants vaccinés vivant en milieu bacillaire est de 0,2 p. 100 celle des non-vaccinés, avec ou sans contact tuberculeux, est sept fois plus élevée, de 1,4.

On remarquera que sur les 1 941 enfants ayant de un an à trois ans et demi vaccinés, vivant en contact tuberculeux, les plus âgés qui ont succombé à une maladie présumée tuberculeuse avaient seize mois. Au-dessus de seize mois, aucun décès suspect. Or, au 1er décembre 1927, il y avait 917 enfants ayant de deux à trois ans et demi. Parmi eux, pas un décès présumé tuberculeux: donc pour ce groupe, mortalité tuberculeuse nulle.

***

L'intérêt de ces résultats est très considérable. Jusqu'ici le traitement de la tuberculose ne donne que des résultats très variables et incertains. La prophylaxie paraît devoir en donner de beaucoup plus précis. Il va de soi que la valeur de la méthode de Calmette apparaîtra plus nettement à mesure que s'écoulera le temps et que les statistiques seront plus étendues. Le temps a son mot à dire dans l'affaire, comme en toutes choses.

Une question se pose maintenant. Quelle est la durée de l'immunité anti-tuberculeuse produite par le B. C. G.? Il est évident, d'après l'état des enfants vaccinés en 1921 et 1922, et qui, depuis, vivent en milieu bacillaire, que l'immunité persiste au moins durant cinq ans pendant tout le premier âge, pendant toute la période d'existence où l'enfant est le plus exposé aux infections graves, et sensible à celle-ci. Cela prouve qu'il n'y a pas à craindre une reprise spontanée de virulence des bacilles vaccins. A la vérité, cette reprise n'était guère probable, car l'expérimentation montre qu'on ne peut rendre artificiellement le B. C. G. virulent. Il est bon toutefois que la clinique confirme les expériences de laboratoire. Car en somme il pourrait se faire dans l'organisme des modifications qui ne se font pas *in vitro*. Il ne s'en fait pas : l'observation le démontre, et on ne peut qu'encourager la vaccination du nouveau-né en milieu non bacillaire.

Celle-ci a déjà été abondamment pratiquée. Bon nombre de médecins en voyant le bon effet du B. C. G. sur la santé des sujets vivant en milieu bacillaire, n'ont pas hésité à vacciner leurs nouveaunés, n'ayant pourtant, semble-t-il, rien à craindre du milieu familial, mais pouvant, comme nous tous, être exposés à la contamination accidentelle quotidienne. Ils ont eu raison ou, plutôt, ils n'ont pas eu tort : rien ne permet de penser que la vaccination ait eu le moindre inconvénient.

On peut se demander s'il n'y aura pas à revacciner les sujets originellement vaccinés. C'est probable, l'expérience répondra avec le temps. A signaler en passant cette idée émise par Calmette que chez le sujet vacciné les contaminations virulentes pourraient bien entretenir et renforcer l'état d'immunité.

Ajoutons aussi que sur les 1 941 enfants ayant de un à trois ans et demi, 208 ont été revaccinés au bout de la première année. Aucun n'a présenté le moindre incident, aussi Calmette recommande-t-il de revacciner au cours de la deuxième ou troisième année pour les enfants vivant en milieu bacillaire, en contact avec des tuberculeux. La vaccination par le B. C. G. se fait *per os*, par absorption de l'émulsion microbienne, en trois prises espacées de quarante-huit heures au cours de la première décade de la vie. Il va de soi que pendant le premier mois, au cours duquel le B. C. G. s'installe dans l'économie, il est recommandé d'isoler le plus possible le nouveau-né d'avec le sujet qui empoisonne le milieu. Il faut augmenter les chances du B.C.G. et diminuer celles du bacille virulent.

Digitized by Google

La Soie artificielle

PAR

Roger SIMONET

Assistant à la Faculté des Sciences de Dijon.

Généralités.

Les industries de la soie artificielle sont à la fois parmi les plus récentes, les moins connues du public, les plus prospères, puisque la production mondiale qui était d'environ 7 000 tonnes en 1909 a dépassé 95 000 tonnes en 1926, et que le nombre des personnes occupées par ces industries est évalué à plus d'un million.

Au point de vue technique comme au point de vue économique, elles méritent pleinement de retenir notre attention. Il n'existe d'ailleurs dans la littérature scientifique française qu'une très minime documentation à ce sujet, d'autant plus que les industriels, en France surtout, où ils se montrent vraiment un peu trop discrets, gardent jalousement leurs secrets, ce qui rend quelque peu difficile la rédaction d'une étude suffisamment précise sur la soie artificielle.

I. — Historique.

L'idée première de produire un textile artificiel, capable de remplacer la soie et en possédant l'éclat, est due à Réaumur (*Histoire des Insectes*, 1734). A cette époque, on connaissait depuis longtemps le mécanisme de formation de la soie naturelle et l'idée du savant français de reproduire artificiellement ce processus était parfaitement logique ; mais, malheureusement, les expériences n'eurent pas de lendemain. Il fallut attendre plus de cent ans avant que l'Anglais Andennais, de Lausanne, prît, en 1855, un brevet pour la production de la soie artificielle. Voici en quoi consistait l'essentiel du mode opératoire décrit dans le brevet Andennais :

Fig. 1. — Hilaire de Chardonnet (1839-1924), créateur de l'industrie de la soie artificielle.

De jeunes pousses de mûrier étaient réduites en une pâte que l'on purifiait, blanchissait et transformait en une matière explosible (très probablement la nitrocellulose). La substance était dissoute dans un mélange d'alcool et d'éther. A la solution obtenue, on ajoutait une solution éthérée de caoutchouc. Pour transformer en fil le mélange visqueux, Andennais y plongeait une pointe d'acier et la retirait. Le fil visqueux entraîné se desséchait à l'air et finalement était enroulé sur une bobine. Le procédé n'était pas susceptible d'une réalisation industrielle.

La consommation de la soie, qui augmentait déjà considérablement, prit, depuis cette époque, des proportions formidables. A la hausse des prix due à une augmentation des besoins, vint s'ajouter une hausse des prix due à une baisse de la production causée par les maladies du ver à soie. Nous ne ferons que rappeler les efforts qui furent faits par tous les peuples et la France, en particulier, avec Pasteur, pour combattre ces fléaux et accroître la production. La décroissance de la culture du ver à soie par suite de l'exode des populations rurales d'une part, l'insuccès des tentatives faites en vue de trouver à la soie des succédanés naturels — les soies des autres insectes étant généralement très inférieures comme aspect — d'autre part, donnèrent une impulsion nouvelle aux recherches dont le but était la reproduction artificielle de la soie.

En 1884, J. Wilson Swan annonça qu'il avait fabriqué de la soie artificielle dans son laboratoire de Bromley, en Angleterre.

Digitized by Google

La même année, le comte Hilaire de Chardonnet (1), ancien élève de l'École Polytechnique, en un pli cacheté déposé à l'Académie des sciences, communiqua le résultat de recherches effectuées depuis 1878. Sa technique consistait essentiellement à filer une solution cellulosique à solvant volatil, en l'espèce un collodion, en l'injectant sous forte pression à travers un étroit orifice. Le collodion est une solution de nitrocellulose dans un mélange en proportions convenables d'alcool et d'éther. Le produit visqueux, une fois filé, laisse après évaporation du liquide une nitrocellulose, c'est-à-dire un corps hautement inflammable, par suite très dangereux, et impossible à utiliser pour les besoins de l'habillement et de l'ameublement. On se souvient du terrible accident dont fut victime, il y a deux ans, un enfant de douze ans. Par suite de la projection accidentelle d'une allumette mal éteinte, le cache-col du jeune homme s'enflamma et l'enfant succomba après deux semaines de souffrances. Il fut établi ensuite que ce cache-col était fait d'une soie artificielle incomplètement dénitrée.

De Chardonnet, après de longues recherches, parvint à mettre au point des procédés de « dénitration » ; les fils dénitrés perdaient un peu de leur brillant, mais leur inflammabilité ne dépassait plus celle du coton. Les produits obtenus, en quantité déjà très appréciable, furent présentés, en 1889, à l'Exposition Universelle de Paris. Des capitalistes s'intéressèrent au procédé et construisirent l'usine de Besançon. En 1900, la Société détentrice apportait à l'Exposition une série d'articles qui constituent vraiment le point de départ de la fabrication industrielle de la soie artificielle.

Depuis 1900, de nombreux chercheurs ont pris des brevets, les uns apportant des modifications au procédé primitif de Chardonnet, les autres relatifs à de nouvelles méthodes de fabrication.

Parmi les modifications ayant trait au procédé de Chardonnet, nous rappellerons que Lehner, au lieu de filer à l'air et d'obtenir la coagulation par l'évaporation pure et simple du solvant (les vapeurs d'éther ne pouvaient être que partiellement récupérées, ce qui était coûteux et très dangereux, car la ville et la région avoisinante en étaient infectées), effectuait le filage sous l'eau qui absorbait la majeure partie du solvant. Une usine appliquant ce procédé a fonctionné en Suisse.

Dans les nouvelles techniques, nous distinguerons celle de Pauly basée sur la solubilité, connue depuis longtemps, de la cellulose dans l'oxyde de cuivre ammoniacal. Ce procédé présente un double intérêt comparativement au procédé à la nitrocellulose en supprimant : 1° le danger de l'emploi de substances inflammables ou explosives ; 2° les dépenses considérables résultant de l'usage de solvants coûteux. Grâce au concours financier d'un groupe industriel de Mulhouse, une société s'est fondée qui portait en Allemagne le nom de *Glanzstoff* (tissus brillants) et qui a tiré d'intéressants résultats de ce procédé.

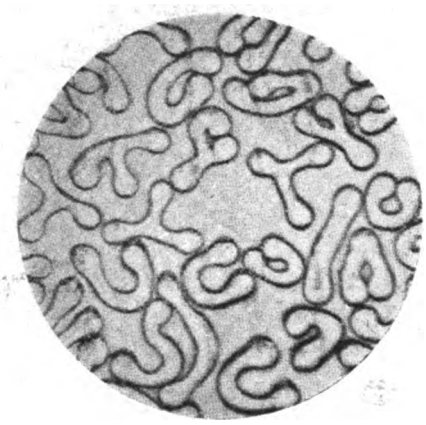


Fig. 2. — Coupe transversale grossie d'une soie artificielle dérivant de l'acétocellulose : l'éclat et la solidité sont très satisfaisants, elle absorbe peu d'eau, mais la surface du fil est rugueuse et striée.

A partir de 1880, des recherches, conduites avec beaucoup de soin et de méthode, furent faites sur le mécanisme du mercerisage du coton. Elles ont eu comme aboutissant le procédé de la *viscose*, aujourd'hui le plus important. Rappelons que le mercerisage a pour but de donner aux filés et aux tissus un aspect brillant par action d'un alcali qui se combine partiellement avec la fibre. Divers brevets furent pris à cette époque, dont le plus important est dû aux chimistes anglais Bevan et Cross (1892). Le syndicat financier anglais possesseur de ces brevets concéda ses droits pour le continent à la Société allemande de Breslau (Silésie) qui commença l'exploitation en 1895. Les premiers essais portèrent sur la production de filaments de cellulose destinés à former, après carbonisation, des filaments pour lampes à incandescence. Encouragée par les résultats obtenus, la Société entreprit la fabrication de fils textiles. Tout n'alla pas sans difficulté. Mais les essais faits en vue d'obtenir un fil retordu, composé d'un grand nombre de fils étirés individuellement, eurent une conclusion pratique après l'invention anglaise du procédé « centrifuge » dans lequel 16 à 20 fils étaient simultanément tréfilés et retordus. Après la présentation plutôt timide des premiers produits à la viscose, à l'Exposition de 1900, une Société française construisit une usine près de Rouen. L'affaire se développa très heureusement en France, mais les licenciés anglais et américains n'eurent pas, à beaucoup

(1) Voy. la notice biographique sur ce savant, par M. G. Bigourdan, dans le n° de *la Science Moderne*, de février 1925 p. 110-112.

Digitized by Google

près, autant de succès. Le procédé à la viscose fut ensuite exploité en Belgique, en Suisse et en Italie. Récemment, le groupe français s'est rendu possesseur de l'usine de Besançon qui, jusqu'en 1916, a exploité le procédé de Chardonnet, pour la transformer en vue du procédé à la viscose.

La technique la plus récente est celle à l'*acétate de cellulose* ; les premières recherches sur cette substance remontent cependant à 1869 (Schutzenberger et Naudin). Ce dernier passa ensuite au service du groupement de la viscose où il continua ses essais ; des brevets furent pris en 1884. Plusieurs grandes sociétés allemandes, la firme Bayer entre autres, s'intéressèrent au procédé et des recherches systématiques permirent d'améliorer celui-ci ; en particulier, la viscose allemande perfectionna les méthodes d'acétylation. Jusqu'en 1918, les résultats obtenus, bien que techniquement intéressants, ne furent pas comparables à ceux du procédé à la viscose. Mais, depuis la fin de la guerre, la technique à l'acétate de cellulose est entrée vraiment dans la phase industrielle. Une grande quantité de ce corps est employée dans la constitution des enduits d'aviation. Les recherches de Dreyfus et Clavel, relatives à la filature, ont abouti à un procédé industriel dont le produit porte le nom de *Célanèse*. Cette technique est exploitée en Angleterre, en France (Lyon) et, sur une très grande échelle, en Italie.

***

Ces quelques généralités étant rappelées, nous allons examiner les principaux procédés de fabrication avant d'aborder la question de la situation actuelle de la soie artificielle dans le monde.

Parmi les méthodes actuelles de fabrication, nous signalerons le procédé de Chardonnet, le procédé à la viscose, les soies Schweitzer ou cupro-ammoniacales, le procédé à l'acétate de cellulose, la soie au chlorure de zinc, la soie de gélatine et les soies provenant de compositions plastiques diverses. Nous nous attacherons surtout à exposer l'essentiel des quatre premiers procédés, entre lesquels le procédé à la viscose est de beaucoup le plus important puisqu'il fournit à lui seul actuellement environ les trois quarts de la production mondiale.

Rangés par ordre d'importance, ces procédés de fabrication se classent comme suit :

1° Procédé à la viscose ;

2° Soies Schweitzer ou cupro-ammoniacales ;

3° Procédé à l'acétate de cellulose ;

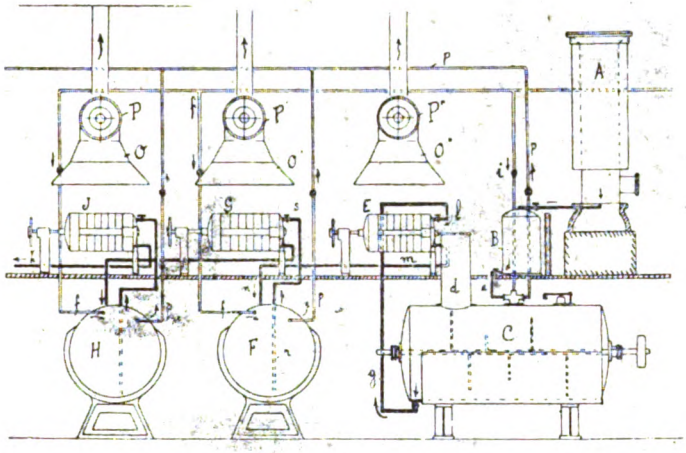


Fig. 3. — Installation générale d'un atelier de dissolution de cellulose dans une solution d'oxyde de cuivre ammoniacale (Foltzer). A, colonne de fabrication de la liqueur cupro-ammoniacale. — B, jaugeur. — C, malaxeur pour la dissolution. — E, premier filtre-presse. — F, monte-jus. — G, deuxième filtre-presse. — H, monte-jus. — J, troisième filtre-presse. O, O', O", cheminées d'aération. — P, P', P", ventilateurs.

4° Procédé de Chardonnet ou à la nitro-cellulose.

Nous commencerons notre étude par le procédé de Chardonnet, parce qu'il est le premier en date et le plus connu.

II. — *Procédé de Chardonnet.*

La matière première employée dans la fabrication de la soie de Chardonnet est le coton, qui subit successivement les opérations suivantes :

1° Le DÉBOUILLISSAGE, dont le but est une purification soigneuse du coton, qui est soumis, dans de grandes chaudières verticales, où arrive de la vapeur, à l'action d'une lessive de soude faiblement concentrée. La vapeur barbote dans la lessive et le coton est brassé sous une pression de 4 kilogrammes. Les impuretés et, en particulier, les matières grasses, sont éliminées ; ces dernières, insolubles dans l'eau, sont saponifiées, c'est-à-dire transformées par la soude caustique en savon soluble.

Le coton purifié est abondamment lavé, essoré et

Digitized by Google

séché. Il ne contient plus que de la cellulose.

2° La NITRATION, dans laquelle la transformation du coton s'effectue dans des cuves ou dans des pots en grès spécial. Le coton est immergé par quantité de 2 kilogrammes environ dans un mélange d'acide sulfurique à 66° Baumé et d'acide nitrique fumant. Au bout d'une heure, la cellulose devenue nitrocellulose est retirée, essorée, lavée immédiatement et foulée méthodiquement dans un fort courant d'eau, et débarrassée ainsi de toute trace d'acide. Enfin, un nouvel essorage ne laisse au coton nitré que 30 p. 100 d'eau environ. Le produit ne se distingue apparemment en rien du coton brut.

3° LE MALAXAGE. — Le coton nitré (pyroxyle) est introduit dans de grands malaxeurs cylindriques rotatifs. La charge d'un malaxeur de 1m,50 de diamètre sur 2 mètres de longueur comporte environ 350 kilogrammes de pyroxyle et 1 225 litres de mélange éthéro-alcoolique (une partie d'éther pour deux d'alcool). La nitro-cellulose contenant 1 à 2 p. 100 d'azote se dissout entièrement dans son poids d'éther-alcool, où elle est presque insoluble si elle contient 9 à 13 pour 100 d'azote. La dissolution, achevée au bout d'une vingtaine d'heures, fournit une masse plastique visqueuse : le collodion.

4° LA FILTRATION. — La solution pouvant contenir des impuretés insolubles est soumise à des filtrations répétées au filtre-presse, où elle traverse deux membranes de séparation : la première constituée par une simple mousseline, la seconde comprenant une feuille de coton finement cardé, enveloppée entre deux mousselines.

Lorsqu'une limpidité complète est obtenue, la solution est introduite dans de grands réservoirs.

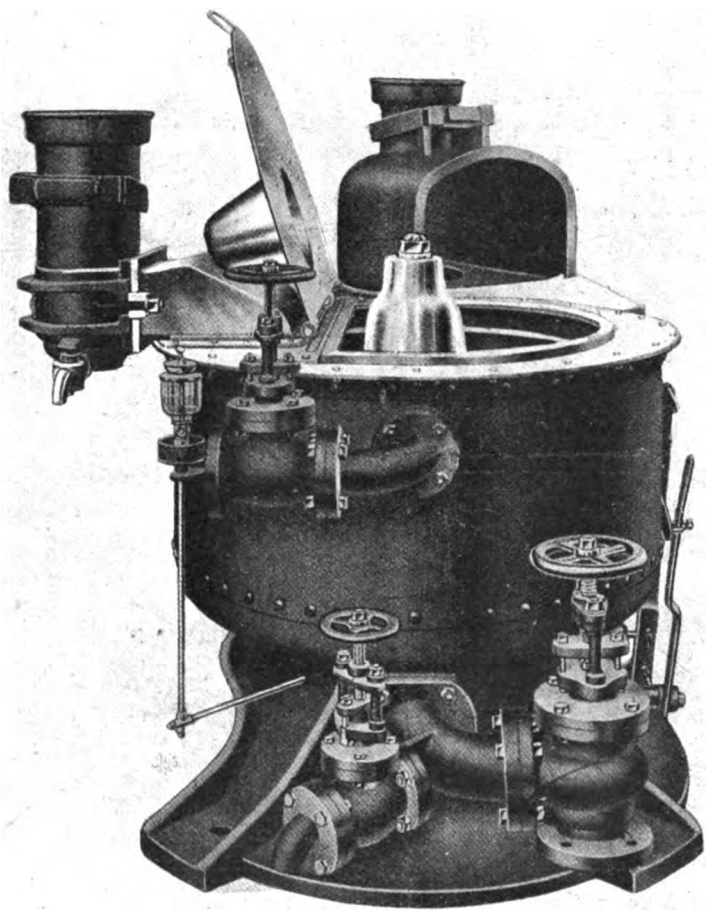


Fig. 4. — Turbine à nitrer la cellulose (Selmig et Lange). Le couvercle est levé, et l'on voit au centre un manchon conique en fonte préservant le pivot contre l'action du liquide, et auquel est fixé le panier métallique perforé que l'on remplit de cellulose.

5° LE FILAGE. — Il consiste à reproduire mécaniquement le processus naturel du ver à soie éjectant par sa filière, une humeur visqueuse qui se coagule à l'air sous forme d'un fil soyeux avec lequel il forme son cocon.

La machine à filer offre l'apparence d'une grande armoire vitrée traversée longitudinalement par deux tuyaux horizontaux, de 100 millimètres de diamètre, étamés intérieurement, portant de petits ajutages verticaux en verre de 20 centimètres de long et 5 millimètres environ de diamètre ; sur les ajutages sont branchées des filières en verre de 50 à 80 millièmes de millimètre de diamètre intérieur. Une presse hydraulique chasse, sous une pression de l'ordre de 40 kilogrammes par centimètre carré, le collodion dans les tuyaux, et oblige le produit à sortir sous forme de filaments visqueux très ténus ; la coagulation s'opère promptement à l'air par évaporation du solvant alcool-éther. Une vingtaine de filaments sont réunis pour constituer un fil qui s'enroule sur une bobine en bois. 5 000 kilogrammes de filament

Digitized by Google

primaire, dont la longueur vaut environ 200 fois le tour du globe, exigent pour leur production journalière quelque 150 000 ajutages.

6° DÉNITRAGE. — Nous avons rappelé précédemment l'intérêt de ce traitement. Tout d'abord on donne de la résistance au fil des bobines en le tordant au moyen d'un métier analogue aux métiers à mouliner la soie. Les écheveaux obtenus sont placés sur des baguettes en verre, appelées « aiguilles » et immergés dans un bain de sulfhydrate de sodium ou de calcium chauffé légèrement (30° C.) où on les agite pendant plusieurs heures, de façon à assurer un contact parfait des fils avec la solution dénitrante. Le produit retiré n'est plus une nitrocellulose, mais de la cellulose semblable à celle du coton primitif. Un lavage complet enlève les dernières traces de sulfhydrate ; un léger blanchiment est ensuite obtenu par immersion dans un bain d'hypochlorite de chaux dilué. Les dernières traces d'acide sont enlevées par un lavage à l'eau, puis les écheveaux essorés sont mis à sécher. Le traitement chimique est terminé.

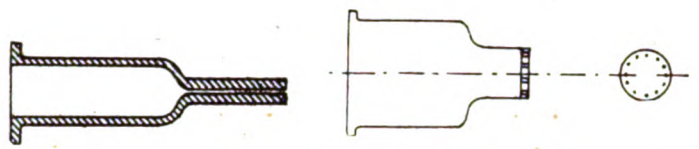


Fig. 5. — Filières pour étirage en filament de la cellulose dissoute. A gauche, coupe longitudinale d'une filière à un seul orifice, en verre. Au milieu, filière en métal à orifices multiples, dite à douche (vues de face dans le dessin de droite), permettant d'obtenir à la fois plusieurs fils qui au sortir se réunissent d'eux-mêmes en un seul plus fort ; l'obturation d'un ou deux orifices n'arrête pas le fonctionnement.

7° TRAITEMENT MÉCANIQUE ET TEINTURE DE LA SOIE. — Les manipulations subies par les fils, le dénitrage, en particulier, ont pu les détériorer. Un tri est effectué par un personnel très entraîné. Les écheveaux, d'un aspect neigeux après séchage, sont assouplis, battus et tordus. La soie est classée d'après son nombre de deniers (le denier métrique est une longueur de fil de 475 mètres, pesant $0^{gr}531$), puis, dans chaque catégorie de deniers, on distingue un premier, un second et un troisième choix. La teinture utilise le matériel classique.

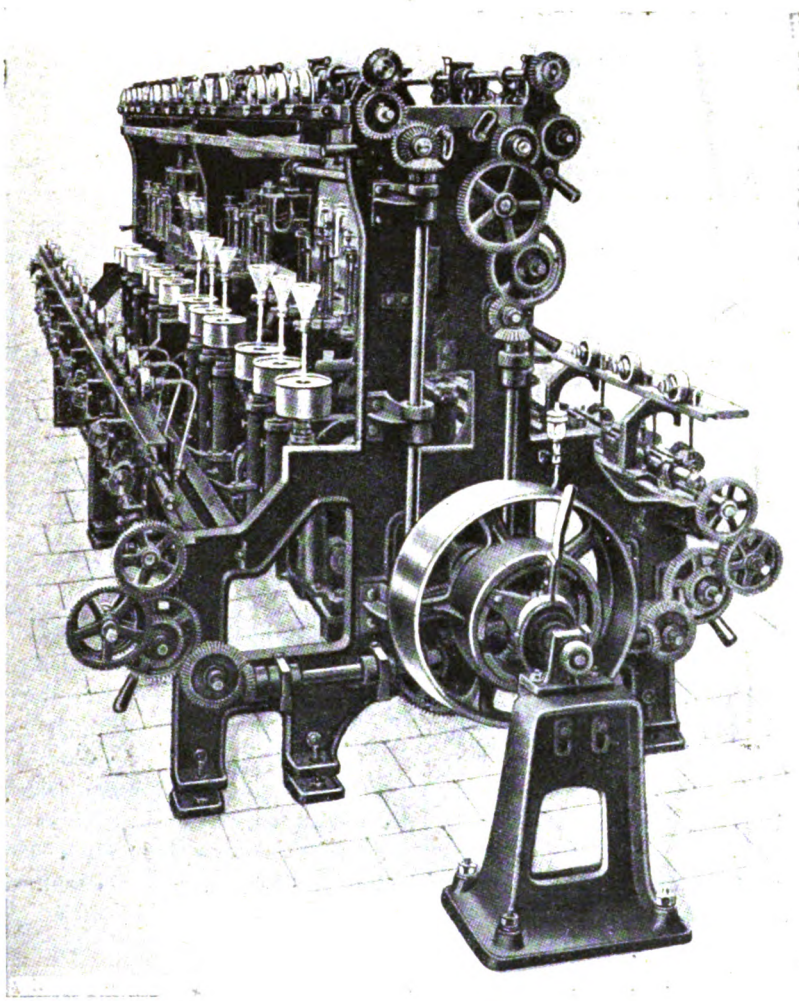


Fig. 6. — Métier à filer la soie artificielle (Kohorn et C^ie). Les entonnoirs que l'on voit à gauche reçoivent le fil coagulé et sont animés d'un mouvement de va-et-vient vertical qui entasse régulièrement le fil dans le récipient cylindrique tournant situé au-dessous, et que l'on enlève quand il est plein. Tout en haut, sur le côté gauche, les tambours sur lesquels passe au sortir du bain coagulant le fil avant de descendre, et qui donnent le nombre de mètres files par minutes.

III. — Soies Schweitzer, ou cupro-ammoniacales.

Ces soies, désignées aussi sous le nom de soies parisiennes, sont, chronologiquement, immédiatement posté-

Digitized by Google

rieures aux soies de Chardonnet. Elles ont été imaginées par le Français Despeissis en 1890 ; les principales recherches d'intérêt industriel au sujet de l'application du procédé ont été faites par les chimistes Pauly, Bronnert, Fremery et Urbain ; mais la mise au point de la fabrication a été surtout effectuée en Allemagne, ce qui explique que les principaux brevets relatifs aux procédés et tours de main de fabrication sont d'origine allemande ; les premières usines établies sur le continent et en Angleterre ont été outillées par l'Allemagne.

1° Les MATIÈRES PREMIÈRES sont le coton et la pâte de bois. Le coton est généralement de la sorte dite *linters* (duvet entourant la graine du coton) ; on le débarrasse des matières grasses qu'il contient par l'action d'une lessive de soude caustique et de carbonate de soude ; il est ensuite blanchi très soigneusement.

La pâte de bois est soumise à un traitement chimique préalable qui élimine tout ce qui n'est pas cellulose. Alors que les produits obtenus à partir du coton sont naturellement d'un beau blanc, ceux fournis par la pâte de bois ont une coloration crème ou bise, analogue à celle des cocons italiens ; cette teinte disparaît sans difficulté par blanchiment. Les pâtes de bois employées dans une fabrication suivie ont difficilement même composition, ce qui entraîne un manque d'uniformité dans les produits fabriqués. C'est pourquoi nombre d'industriels appliquant le procédé utilisent le coton, bien qu'au point de vue « prix de revient » la pâte de bois offre un avantage très net.

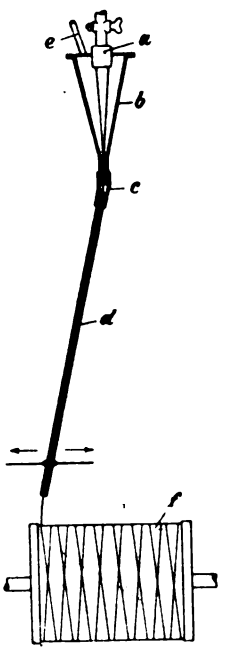


Fig. 7. — Disposition de filage de Thiele. *a*. Filière. — *b*. Bain coagulant. — *c*. Raccord flexible. — *d*. Tube de sortie oscillant du liquide coagulant qui est arrivé en *e*. — *f*. Bobine sur laquelle s'enroule le fil solidifié.

2° PRÉPARATION DE LA SOLUTION CUPRO-AMMONIACALE. — Autrefois, le solvant cupro-ammoniacal était — suivant la préparation classique — obtenu en faisant écouler de l'ammoniaque sur les copeaux de cuivre remplissant des tours ou colonnes où l'air accédait librement. On ajoutait ensuite la cellulose à ce réactif.

Aujourd'hui, l'opération se fait en une fois. On ajoute de l'ammoniaque anhydre au mélange intime de la cellulose et de l'hydrate de cuivre pulvérulent très fin. Un malaxage, poursuivi pendant un temps d'autant plus long que le fil à obtenir doit être plus ténu, donne à la solution une viscosité uniforme, ce qui est capital. La viscosité doit avoir une valeur telle que le liquide traverse les filières sans exiger une trop grande pression et que le fil obtenu très fin et uniforme soit souple avec une certaine extensibilité.

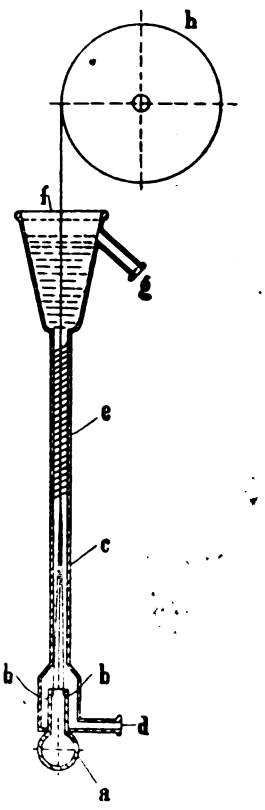


Fig. 8. — Procédé de coagulation Friedrich. Ici, la solution cellulosique arrive par le bas, en *a*, — *b*. Filière. — *d*. Arrivée et *g*, sortie du coagulant, qui est une solution saline dense, dans laquelle le fil tend à s'élever : il est tiré par la bobine *h*, sur laquelle il s'enroule.

3° FILTRATION. — Naturellement, le liquide visqueux ne doit contenir aucune impureté susceptible d'obturer les filières, dont les diamètres sont très petits ; d'où la nécessité de soumettre la solution à plusieurs filtrations successives sur des toiles métalliques très serrées (un tissu serait dissous) ou plusieurs filtres-presses, jusqu'à limpidité parfaite.

Les bulles d'air, dont la présence diminuerait la résistance du fil, sont éliminées par l'action du vide.

4° FILAGE. — La solution est d'abord mûrie, c'est-à-dire laissée en repos pendant un temps qui était très considérable au début, mais que des essais assez récents ont permis de diminuer beaucoup dans ces dernières années.

Le filage s'effectue, de même que dans le procédé de Chardonnet, par refoulement sous pression à travers des ajutages. Deux techniques sont employées. Dans l'une, le fil est solidifié à sa sortie de la filière dans un bain coagulant (à l'origine, de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau) qui doit surtout ne pas agir trop rapidement. On règle la vitesse de coagulation en faisant varier la nature, la concentration et la température du bain.

Dans l'autre, due à Thiele, la solution visqueuse traverse une filière dont les trous ont un diamètre (0^{mm},8) supérieur à celui des filaments qui sont coagulés progressivement par une lessive de soude à 2 p. 100, pendant qu'ils subissent, sous leur propre

Digitized by Google

poids, un étirage qui les amène à des diamètres finis de $0^{mm},15$ (fig. 7).

5° LAVAGE ET FINISSAGE. — Les bobines de fil venant d'être coagulé subissent un lavage à l'eau, puis un lavage prolongé à l'eau acidulée par l'acide acétique ou par l'acide formique, avec addition d'une petite quantité d'ammoniaque, enfin un savonnage qui augmente la souplesse de la soie. On sèche, à basse température (60° C.) ; à plus haute température, les fibres se tachent en rouge brun. Après le séchage, le fil simple est terminé et peut être doublé ou mouliné comme d'ordinaire.

6° CARACTÈRES DES PRODUITS OBTENUS. — Parce qu'ils comportent un très grand nombre de filaments composants, les fils sont plus sensibles aux frottements mécaniques, mais ils résistent mieux à la traction que les autres soies artificielles (jusqu'à 2 grammes par denier) et, au point de vue tissage, ils « couvrent » plus.

Ils s'allongent moins à l'extension que les autres soies artificielles ; donc les tissus fabriqués avec la soie cupro-ammoniacale s'allongeront moins à l'usage. On emploie par conséquent ces fils à la fabrication des sous-vêtements tissés, des manchons à incandescence, des peluches, à la bonneterie, et enfin à toutes les fabrications où l'on utilise actuellement la soie naturelle (crêpes de Chine, etc.).

IV. — Procédé à la viscose.

L'origine de ce procédé, le plus important actuellement, remonte à 1892. En cherchant à engager la cellulose dans une combinaison soluble d'où l'on puisse la régénérer sous une forme convenable, deux Anglais, Cross et Bevan, découvrirent la réaction du xanthate de cellulose qui sert de base à la fabrication.

Si le procédé à la viscose tient la première place dans le monde pour la production de la soie artificielle, c'est uniquement en raison des avantages économiques qu'il présente et non en raison de la qualité supérieure des produits. Le prix de revient de la fabrication est, en effet, bien inférieur à celui qu'entraînent les autres techniques.

1° MATIÈRE PREMIÈRE. — Le procédé emploie la cellulose sous la forme de « pâte de bois au sulfite ». On pourrait, en principe, utiliser tout autre cellulose, mais seuls le coton et les pâtes de bois chimiques sont industriellement intéressantes ; les pâtes de bois sont préférées au coton parce qu'on peut les obtenir plus économiquement en toute quantité et sous une forme facile à traiter.

La pâte de bois généralement utilisée, qui ne se distingue en rien de celle employée dans la fabrication du papier, provient du traitement d'arbres appartenant le plus souvent à la famille des conifères (le spruce et le pin surtout, très abondants en Scandinavie et au Canada, qui sont les principaux pays producteurs de pâte).

Pour convenir au procédé, les pâtes que les producteurs livrent sous forme de feuilles, doivent posséder des propriétés bien déterminées, afin d'assurer l'uniformité des fabrications.

2° PRÉPARATION DES MATIÈRES CELLULOSIQUES. — Les feuilles de pâtes, découpées en morceaux, sont introduites dans des paniers métalliques perforés que l'on immerge dans une solution de soude caustique concentrée à 20 p. 100, et en quantité suffisante pour recouvrir entièrement la matière. On emploie, par exemple, trois parties de lessive pour une partie de pâte de bois.

Les fibres de cellulose absorbent le liquide, se gonflent démesurément en fournissant une alcali-cellulose à l'état de pâte visqueuse. On donne à la masse une homogénéité aussi complète que possible en la soumettant à l'action de meules ou de puissants agitateurs. On a essayé également, mais sans obtenir un résultat économiquement intéressant, de supprimer l'agitation en augmentant beaucoup la proportion de solution sodique (dix parties de lessive à 20 p. 100 pour une partie de pâte à papier).

L'expérience indique le temps au bout duquel la pâte ainsi *mercerisée* doit être soutirée puis soumise à l'action d'une presse hydraulique jusqu'à ce que le tourteau obtenu ait un poids triple de celui de la pâte de bois primitive (soie de Givet), si les conditions de température exigées pour la bonne marche de ces opérations ont été remplies.

La galette d'alcali-cellulose est broyée à l'état de masse floconneuse, dans un appareil muni de lames dentées. Le produit séjourne quelque temps dans un local à température constante. Pendant cette phase de *maturation* ou *mûrissement*, l'alcali continue à agir sur la cellulose tandis qu'il y a emprunt à l'air d'une minime quantité d'oxygène, importante quant à l'influence qu'elle exerce sur la viscosité finale de la solution et les propriétés de la soie.

3° PRÉPARATION DE LA VISCOSE. — Les flocons mercerisés et mûris sont placés dans des mélangeurs cylindriques, tournant autour d'un axe horizontal à raison de quelques tours par minute seulement, et où l'on introduit une petite quantité de sulfure de carbone sous forme de léger brouillard. Le sulfure de carbone réagit sur l'alcali-cellulose avec formation d'un *xanthate de cellulose*, corps de texture gélatineuse auquel des réactions secondaires, produites principalement par l'alcali en excès, donnent une coloration orangé-jaunâtre.

La réaction terminée, on insuffle de l'air dans la masse afin d'éliminer l'excès de solvant.

Digitized by Google

On procède ensuite à la dissolution du xanthate de cellulose, soit dans l'eau, soit dans une lessive de soude faiblement concentrée. L'opération s'effectue dans des cuves munies intérieurement d'agitateurs rotatifs et entourées extérieurement d'une chemise à circulation d'eau froide (4° au plus), permettant de maintenir constante la température de la solution. C'est au liquide visqueux brun rougeâtre obtenu que l'on donne le nom de *viscose*.

La viscose est débarrassée des impuretés insolubles (fibres non dissoutes et substances étrangères), mêlées à elle au cours des diverses opérations, par plusieurs filtrations à travers des toiles métalliques serrées. Les bulles d'air, dont la présence provoquerait, lors du filage, la rupture du filament, sont éliminées en soumettant dans des réservoirs spéciaux le liquide visqueux à l'action d'un vide poussé.

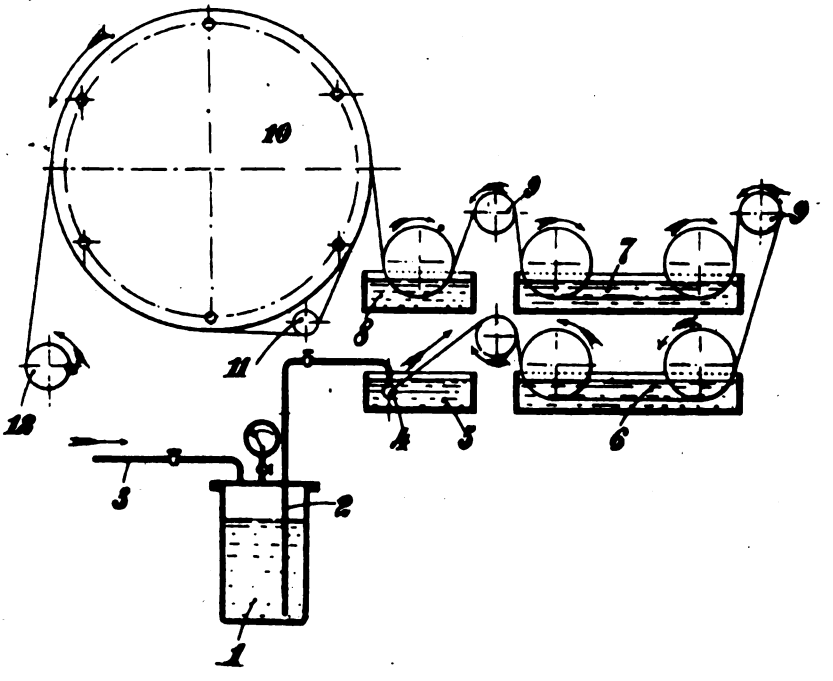


Fig. 9. — Schéma du dispositif de filage de la Société française de la Viscose. 1. Récipient contenant la viscose. — 2. Son tube de départ. — 3. Arrivée de l'air comprimé la faisant monter en 2. — 4. Filière. — 5. Bain coagulant. — 6. Bain à 70° C. d'acide sulfurique à 7 p. 100. — 7. Eau de lavage. — 8. Eau de savon. — 9. Rouleaux d'entraînement. — 10. Sécheur (tambour sur lequel le fil fait plusieurs tours par l'intermédiaire de rouleaux de renvoi tels que 11.) — 12. Bobine.

Avant d'être filée, la viscose est abandonnée dans ces réservoirs pendant un certain temps ; des réactions extrêmement complexes, sur la nature desquelles on n'est pas complètement fixé, ne modifient en rien l'apparence du liquide, mais en altèrent assez profondément la structure chimique.

Le mûrissement est interrompu lorsque la viscose a acquis un état bien déterminé, que connaissent les firmes spécialistes, ce qui permet à celles-ci de maintenir la qualité de leurs produits.

4° LE FILAGE. — Le banc à filer comporte essentiellement un certain nombre de petites pompes, qui refoulent la viscose à travers de petits ajutages en verre, en forme de mamelons percés de nombreux trous, immergés dans un bain coagulant constitué assez fréquemment par une solution diluée d'acide sulfurique et de sulfate de soude, additionnée parfois de glucose et de sulfate d'ammoniaque.

A la sortie de la filière, plusieurs filaments coagulés sont réunis dans le bain et constituent un fil suffisamment résistant pour être bobiné sur un dispositif approprié. Dans les usines de l'Europe continentale, les bobines sont en verre ou en un métal résistant à la solution acide. On emploie en Angleterre, aux États-Unis et en France, depuis quelques années, un système de réception du fil basé sur la force centrifuge.

Un lavage très abondant, effectué au moyen d'eau chaude, non seulement propre, mais très pauvre en minéraux, élimine toutes les substances solubles du bain coagulant et autres et ne laisse que de la cellulose presque pure comme matière constitutive du fil. Cette opération, suivie avec beaucoup d'attention grâce à des essais faits au moyen de réactifscolorés, est arrêtée quand le fil ne présente plus aucune trace d'acidité.

On sèche dans un courant d'air chaud de degré hygrométrique parfaitement déterminé.

5° LAVAGE ET BLANCHIMENT. — Le fil est terne et rugueux, car il contient une certaine quantité de soufre précipité par le bain coagulant. La *désulfuration* a pour but de dissoudre ce soufre dans une solution chaude de sulfure de sodium.

Le sulfure est éliminé par un lavage qui laisse un fil brillant un peu jaunâtre que l'on blanchit plus ou moins complètement, suivant sa destination. On sèche dans un courant d'air chaud. Le brillant du fil est augmenté si le séchage a lieu sous tension.

Les fils destinés au tricotage sont plongés dans un bain d'*ensimage* (émulsion d'huile et de savon)

Digitized by Google

destiné à en faciliter le glissement dans les aiguilles des machines ou métiers.

Nous ne ferons que rappeler les fils de viscose 60 ou 70 fois plus gros que les précédents, d'un seul tenant, à section rectangulaire ou carrée, fabriqués sous les noms de *monofils* et de *visca* et qui sont particulièrement destinés à la passementerie.

Le procédé de la viscose met en jeu des réactions extrêmement complexes. Son exploitation est difficile et l'obtention d'un produit uniforme quant au brillant, à l'extensibilité, à l'affinité pour les teintures, etc., exige une attention de tous les instants.

Ainsi, d'après Hegan (*Manchester Guardian Commercial*, 8 mars 1925, p. 25), la laboratoire d'une des principales fabriques anglaises de soie viscose a effectué, en 1924, 3 200 prises d'échantillons diverses, correspondant à plus de 6 800 analyses ou déterminations.

V. — *Procédés à l'acétate de cellulose.*

Connus depuis bien longtemps (Schützenberger et Naudin, *Comptes rendus*, 1869), les éthers acétiques de la cellulose ne sont guère employés que depuis quatre ou cinq ans en vue de l'obtention des soies artificielles. Actuellement, le procédé se développe assez rapidement et plusieurs fabriques ont été installées en France et à l'étranger.

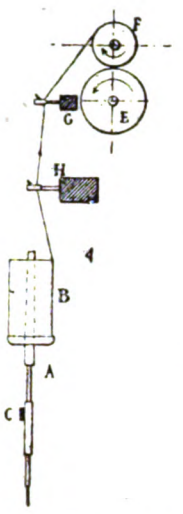


Fig. 10. — Schéma du moulinage. — A. Broche tournant à grande vitesse. — B. bobine de dévidage. — F. Bobine de soie après torsion. — G. Guide-fil animé d'un mouvement de va-et-vient. — H. Guide-fil fixe.

La matière première est la cellulose (coton ou pâte de bois) acétylée, généralement à l'aide d'anhydride acétique; mais toutes les celluloses et toutes les acétylations ne fournissent pas des matières également susceptibles d'être filées avec succès et de donner un produit possédant de bonnes qualités textiles.

Demeuré, jusqu'en 1900, dans la période des recherches scientifiques, le procédé n'est entré que depuis vingt-cinq ans environ, grâce aux techniciens allemands Donnersmark, Lederer et particulièrement Eichengrün, chef des laboratoires de recherches des établissements Bayer, dans la phase de la mise au point d'une fabrication industrielle. Il n'a pas fallu moins de sept années de recherches faites avec toutes les ressources des richissimes « Farbenfabriken Bayer » pour mettre sur pied la fabrication du *cellit*, qui devait trouver des débouchés considérables dans la préparation des films cinématographiques ininflammables.

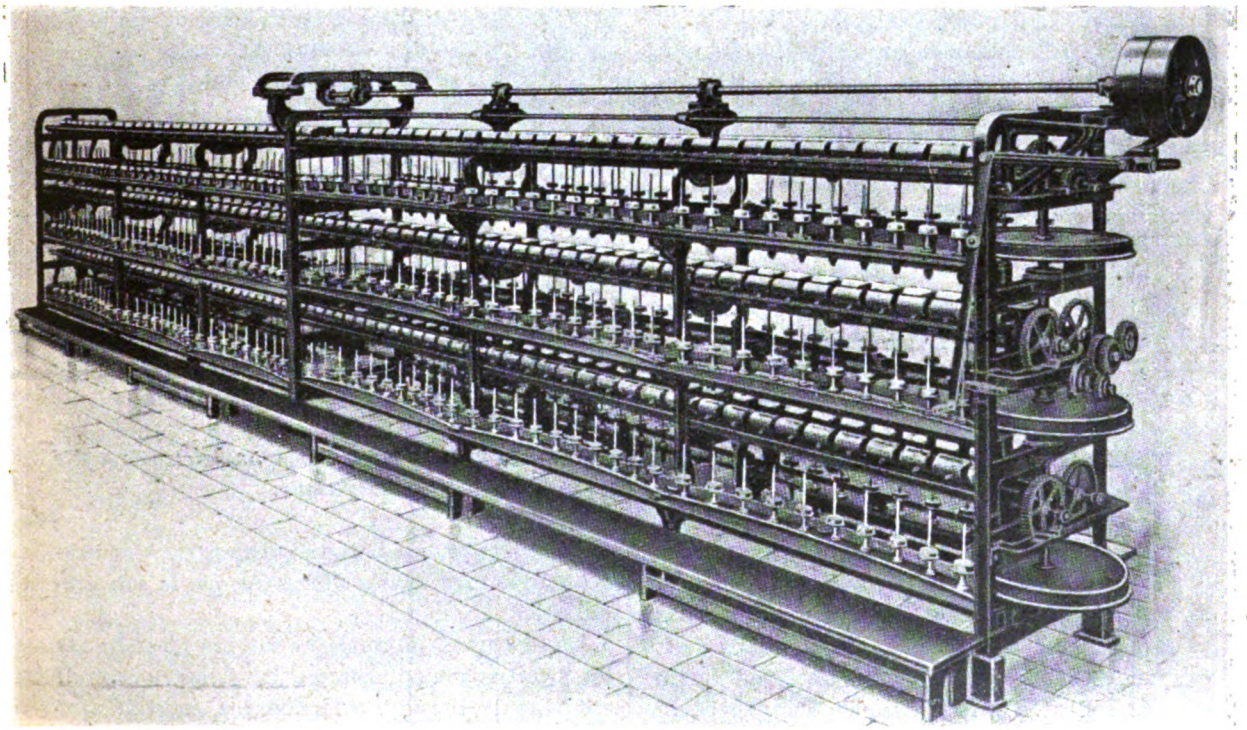


Fig. 11. — Machine à étage pour le dévidage et le moulinage de la soie artificielle (Kohorn et C^e^).

Digitized by Google

L'obtention d'un solvant convenable figura comme l'une des principales difficultés. En 1905, Miles parvint le premier à préparer un acétate soluble dans un solvant peu coûteux. Son invention fut reprise par les frères Dreyfus qui la mirent au point et firent breveter plusieurs innovations intéressantes, susceptibles d'améliorer beaucoup les produits finaux et notamment l'obtention d'un acétate de cellulose *directement soluble dans l'acétone.*

Le procédé comporte les opérations suivantes :

1° MATIÈRE PREMIÈRE ET OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES. — Les linters de coton sont généralement utilisés comme matière première. Le procédé à l'acétate exige une pâte de bois beaucoup plus pure que le procédé à la viscose.

Les linters sont épurés et blanchis suivant un traitement analogue à celui que subissent les cotons destinés à la fabrication des poudres.

2° ACÉTYLATION. — La cellulose (coton ou pâte de bois) est plongée dans un mélange d'acide acétique glacial, d'anhydride acétique et d'acide sulfurique (celui-ci jouant le rôle de catalyseur). La réaction dégage de la chaleur, mais on évite l'élévation de température en faisant circuler de l'eau froide dans la double enveloppe des appareils.

La matière, rendue homogène par un malaxage prolongé, est versée dans l'eau où l'acétate de cellulose se précipite à l'état de masse blanche très spongieuse. On filtre et sèche.

3° PRÉPARATION DE LA SOLUTION. — L'acétate de cellulose est dissout dans l'acétone et la solution, passée au filtre-presse, est emmagasinée dans de grands réservoirs. L'homogénéisation et la quasi-constance de composition de la solution à filer, — conditions essentielles de l'uniformité du produit dans une fabrication importante et suivie, — sont obtenues par le mélange d'un certain nombre de lots.

4° FILAGE. — La solution traverse, sous pression, des filtres à bougies, puis sort par les filières dont les orifices, en nombre et diamètre variables, sont tournés vers le bas. Les fils descendent verticalement dans une espèce de cheminée traversée par un courant d'air ascendant. On les rassemble sur une bobine à la base de la cheminée.

L'acétone s'évapore et sa récupération, opérée en assez forte proportion, présente un très gros intérêt relativement au prix de revient. D'autre part, l'excès d'anhydride acétique, transformé en acide acétique au contact de l'eau de précipitation, est récupéré, soit à cet état, soit à l'état d'acétone.

La principale Société, la *British Celanese*, travaillant par ce procédé, en Angleterre, a monté une importante usine pour la production de l'acide et de l'anhydride acétiques synthétiques.

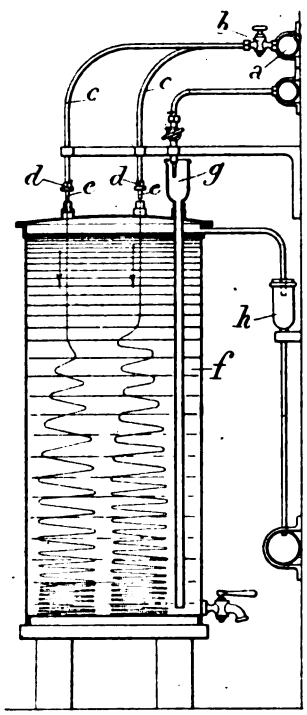


Fig. 12. — Dispositif de coagulation de la Société A. Lumière. *a*. Arrivée du collodion. — *b*. Robinet de réglage. — *e*, *c*. Filières. — *f*. Liquide coagulant peu dense (alcool fort, etc.). — *g*. Arrivée du liquide coagulant. — *h*. Sortie du même. Le filament coagulé au sortir de la filière gagne le fond du récipient sous l'effet de son propre poids et se dépose de lui-même en spires régulièrement superposées.

Les fils moulinés sont directement utilisables, contrairement à presque toutes les autres soies artificielles.

Il n'y a qu'une qualité du produit ; les déchets de fabrication, qui n'ont pas encore subi la teinture, sont redissous dans l'acétone et refilés.

VI. — *Procédés divers.*

Nous ne dirons que quelques mots des soies artificielles à base de matières protéiques : gélatine, albumine, caséine, ainsi que des procédés à la cellulose utilisant d'autres solvants, en particulier le chlorure de zinc, car ces tentatives n'ont jusqu'à présent donné aucun résultat économiquement appréciable.

On a essayé aussi de fabriquer artificiellement et directement des tulles et des dentelles de viscose par laminage, entre des cylindres gravés, d'une pâte épaisse de cette substance que l'on coagule ensuite dans un bain de composition convenable (fig. 17).

M. Borzykowsky a imaginé, tout récemment, un nouveau procédé dont les détails sont tenus secrets et qui permet la fabrication de fils de 20 à 1 500 deniers. D'importantes usines qui exploiteront cette technique s'installent actuellement en France, en Suisse et en Allemagne.

VII. — *Le développement des industries de la soie artificielle.*

Rarement grande industrie rencontra, à sa naissance, d'aussi sérieuses difficultés que la soie artificielle.

D'une part, la clientèle ne fut pas satisfaite par les premiers exemplaires qui lui furent fournis. Il est juste de dire que ces spécimens, constitués par de la soie à la nitrocellulose, se teignaient difficilement et surtout manquaient de résistance au contact

Digitized by Google

de l'eau. Ces défauts, inhérents à la matière elle-même, accrus encore par l'inexpérience des industries de transformation, desservirent beaucoup la soie artificielle à ses débuts et furent de gros arguments dont se servirent ceux qui croyaient de leur intérêt de jeter le discrédit sur la nouvelle matière textile. Aussi, pendant des années, l'usine bisontine, fondée en 1890 et qui était seule productrice à cette époque, connut non seulement des difficultés techniques de tous genres, mais des embarras financiers fort graves.

Fig. 13. — Coupe transversale (vue au microscope) d'un fil de soie artificielle dérivant de la nitrocellulose dissoute dans un solvant très volatil (section irrégulière, surface peu lisse et peu brillante).

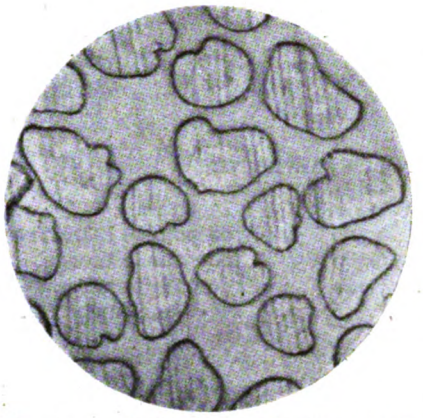


Fig. 14. — Coupe d'une soie cupro-ammoniacale, avec coagulation dans une lessive de soude concentrée (25 à 33 p. 100) avec 8 p. 100 de glucose. Soie brillante et résistante à l'eau.

Fig 15. — Coupe transversale d'une soie au xanthogénate de cellulose coagulée par les acides minéraux (procédé primitif) : les fils sont peu brillants, à surface rugueuse et cannelée.

Fig. 16. — La même soie coagulée par bain faiblement acide, fortement concentré en sels métalliques et additionné de glucose : surface lisse et brillante.

D'autre part, la soie artificielle suscita un antagonisme violent de la part des industries de la soie naturelle, du coton et de la laine, qui pouvaient craindre une concurrence dangereuse pour leurs propres produits. Que ces industries aient pu redouter le nouveau textile, cela n'est pas niable ; qu'elles se soient exagéré le danger, c'est ce qu'il est permis maintenant de se demander.

Il apparaît comme évident que les producteurs de soie naturelle soient les plus affectés, car, là, la lutte est assez vive entre les deux matières, la soie artificielle donnant des produits d'aspect sensiblement équivalent et notablement moins chers : d'ailleurs, on vend purement et simplement l'article en soie artificielle à la place et au prix de l'article en vraie soie et la distinction est très difficile à faire à tout autre qu'un spécialiste. Les tissages de soie, eux, ne sont pas sensiblement gênés par la concurrence, car, avec une éducation appropriée du personnel, ils peuvent tisser l'une ou l'autre fibre selon les demandes.

D'après l'opinion de M. Etienne Fougère, président de la Fédération française de la soie, la soie naturelle n'a pas à craindre la concurrence de la soie artificielle.

« Ces deux matières, écrit-il, sont situées dans des plans différents et j'ai la conviction qu'elles se développeront l'une à côté de l'autre sans se nuire. Elles se distinguent d'ailleurs nettement l'une de l'autre...

« La soie naturelle est le fruit d'une sécrétion animale... La soie artificielle est d'origine végétale. Elle est la transformation chimique de la cellulose du bois. Sa fibre, comme celle du coton, manque d'élasticité, partant de souplesse. Son brillant a un éclat lustré. Elle assimile moins facilement l'eau, les colorants, les substances minérales que la soie naturelle. Par contre, elle a plus de corps et donne aux objets qui la contiennent plus de fermeté... » (1)

(1) La résistance à la traction donne pour effort de rupture d'un millimètre carré de section filée : 50 à 52 kilogrammes pour la soie naturelle, et seulement 21kg,5 pour la soie de viscose, 19kg,91 pour la soie cupro-ammoniacale

Digitized by Google

Et M. E. Fougère appuie son opinion avec les chiffres ci-dessus relatifs à la consommation française en soies naturelle et artificielle :

SOIE NATURELLE :

Années.	Tonnes.
1885	2.100
1900	2.980
1913	5.100
1920	3.800
1924	5.200

SOIES ARTIFICIELLES :

Années.	Tonnes.	Emplois.
1923	3.500	50 p. 100 pour la bonneterie.
1924	6.300	30 p. 100 pour le tissage.
1925	7.000	20 p. 100 pour le ruban et la passementerie.

Il semble que l'alarme des industriels ait été un peu trop vive, même si la création de tissus mixtes n'avait pas conduit à une consommation supplémentaire de textiles. Dans l'hypothèse, très certaine d'ailleurs, d'une augmentation considérable de la production des soies artificielles, celle-ci est encore relativement faible vis-à-vis de la production mondiale moyenne d'une année normale, évaluée à 5 millions de tonnes pour le coton et 1 300 000 tonnes pour la laine. Mieux encore, la raréfaction des textiles naturels sur le marché mondial a été l'une des causes essentielles du développement prodigieux des industries de la soie artificielle, surtout dans les pays pauvres en ces matières, l'Allemagne et l'Italie, notamment.

En dépit de l'acuité toute particulière que présente, en Italie, la concurrence de la soie artificielle par rapport au coton, les milieux intéressés ne s'en sont pas alarmés comme on l'a fait en Angleterre ; au contraire, les filateurs de coton se félicitent de l'essor de la soie artificielle qui, à leur avis, doit amener une intensification de l'emploi des filés de coton dans la fabrication des tissus mixtes.

Ils disent ceci : le tissu tout soie artificielle ne peut pas remplacer le tissu de coton pour deux raisons capitales : d'abord, il n'est pas assez résistant à l'usage et au lavage ; ensuite, son prix beaucoup trop élevé ne lui permet pas de supplanter le tissu de coton d'un usage courant.

Par contre, les tissus mixtes à 30-35 p. 100 de soie artificielle ont les suffrages des industriels italiens du textile, car ils leur reconnaissent une vente facilitée par un aspect agréable et une moindre résistance que les tissus tout coton, entraînant un remplacement plus fréquent. Cette opinion de la moindre résistance de la soie artificielle n'est d'ailleurs pas, notons-le, universellement partagée.

Et alors, disent les cotonniers italiens, si la consommation du coton, à production égale, est diminuée de 20 à 25 p. 100, l'accroissement de consommation dû à la réduction de la durée des tissus compensera, et au delà, cette diminution.

Les industriels de la laine raisonnent d'une manière identique et encore plus optimiste, car il est beaucoup d'articles de laine où la soie artificielle peut intervenir.

L'industrie cotonnière anglaise, dont l'inquiétude à l'apparition de la soie artificielle a été assez vive, ne pourrait que gagner à une augmentation des importations de fils de soie artificielle en provenance d'Italie ou d'ailleurs, ce qui aiderait les tissages à maintenir leurs débouchés et ferait vivre de la main-d'œuvre anglaise. L'expérience de quelques industriels anglais a montré que la fabrication des tissus mixtes est beaucoup plus rémunératrice que celle des tissus de coton.

Somme toute, nous ne pensons pas, même s'il y avait concurrence et gêne pour quelques textiles et pendant quelques années, à la suite de l'accroissement rapide de la production en soies artificielles, qu'il puisse en résulter un risque sérieux pour les autres fibres, mais, qu'au contraire, on verra plus tard que la consommation des uns et des autres aura respectivement grandi.

***

Les premiers fabricants de soie artificielle ne se laissèrent pas décourager par leurs insuccès du début. Des recherches, poursuivies avec opiniâtreté, en dépit des dépenses considérables qu'elles entraînaient, eurent raison des inconvénients reprochés aux soies artificielles et mirent au point les techniques de fabrication.

Au début de la fabrication, le produit coûtait 60 à 80 francs le kilogramme ; en 1899-1900 : 50 à 55 francs ; en 1902 : 20 à 25 francs, et 15 à 20 francs en 1914. L'énorme hausse apparente d'après-guerre tient en grande partie au fait que les prix sont estimés en francs-papier très dépréciés.

Il nous paraît intéressant de reproduire le tableau suivant emprunté à M. A. Chaplet, et où figurent les valeurs successives de la cellulose après chacune de ses transformations pour l'amener à l'état de soie. Les chiffres sont basés sur la valeur marchande des différents produits.

Pauly, 15 à 17 kilogrammes pour les nitrocelluloses de Chardonnet ou Lehner. Si l'essai dynamométrique est fait sur la soie humide, les chiffres tombent à 41 pour la soie naturelle française et 45,7 pour la chinoise, et à des valeurs comprises entre $1^{kg},7$ (de Chardonnet) et $4^{kg},3$ (Lehner) pour les artificielles, avec valeurs voisines de $3^{kg},5$ pour la plupart (d'après Strehlenert).

Digitized by Google

États successifs.	Poids en kilos.	Valeur en or.
Un mètre cube de bois sur pied	400-500	3,75
Débité en bois de chauffage...	»	7,50
A l'état de pâte de bois.....	150	37,50
Transformé en papier.....	»	50-60
— crin artificiel..	»	18,75
— soie artificielle.	125	37,50
— soie acétylée..	»	62,50

La production mondiale a subi l'ascension suivante, d'après MM. Clément et Rivière :

1902	3 000
1906	7 500
1910	8 000
1913	12 000
1922	36 000

En 1927, le chiffre dépasse 170.000 tonnes.

Les soies artificielles se sont imposées à tel point que, dans certains pays, elles sont, au moins en partie, entre les mains d'organismes producteurs d'autres fibres textiles d'origine naturelle.

En France, le principal centre de la résistance était Lyon qui est, ainsi qu'on sait, le premier marché de soie d'Europe. Les soyeux lyonnais comprirent que leur véritable intérêt était de favoriser et non d'entraver le développement de la soie artificielle. Il leur fut bientôt évident que non seulement le nouveau textile ne faisait pas diminuer les demandes en tissu de vraie soie, mais qu'il intensifiait la vente des filés et des tissus mixtes où il intervenait lui-même.

La production lyonnaise des tissus de soie artificielle, évaluée à 3 millions et demi de francs en 1917, à 15 millions en 1918, à 800 millions en 1924, a dépassé 1 milliard en 1925. Même en tenant compte de l'influence d'un franc déprécié, il n'est pas exagéré de dire qu'une telle progression tient du prodige.

En Allemagne et en Italie, le développement de la soie artificielle a été favorisé par le fait que ces pays ne produisent qu'une faible quantité de textiles bruts, très inférieurs à leur consommation intérieure.

Pour cette raison, et aussi parce que tout ce qui est nouveauté scientifique suscite l'intérêt des industriels allemands, on s'explique les efforts faits, aussitôt après l'Exposition de 1900, où le comte de Chardonnet venait de présenter ses premiers produits, pour entreprendre la construction et l'exploitation, près Francfort, d'une usine destinée à fabriquer de la soie à la nitrocellulose.

L'industrie allemande utilisa d'abord la soie artificielle comme trame, puis elle confectionna, tout en soie artificielle, des cordonnets, des dentelles, des rubans, des articles de passementerie, des fils à broder par doublage et retordage de fils de numéros plus forts. De 1910, date d'apparition de la viscose, à 1914, la soie artificielle se développa rapidement en Allemagne ; cependant, quand cessa la mode des dentelles, elle subit une crise vraiment sérieuse qui lui imposa, pour la première fois depuis son exploitation, une très importante baisse de prix. Ce ne fut qu'un accident, car aussitôt la guerre de 1914 donna à l'industrie allemande des textiles artificiels un essor qui n'a pas cessé depuis. Mise par le blocus dans l'impossibilité d'importer les fibres qui lui étaient nécessaires, l'Allemagne fabriqua avec ses propres ressources un « ersatz », nommé *vistra*, obtenu en fils non brillants et susceptibles de remplacer le coton et la laine.

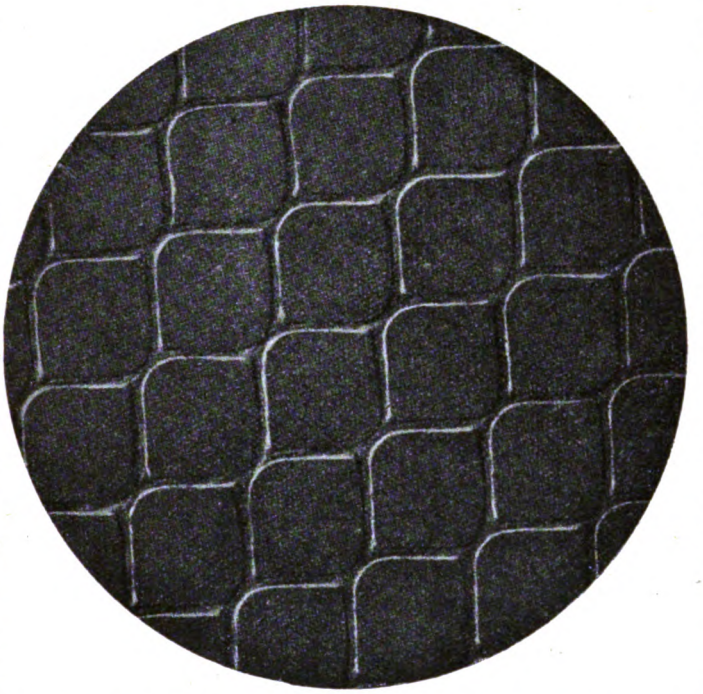


Fig. 17. — Tulle artificiel (vu au microscope, faible grossissement) en soie de cellulose : il n'y a pas de nœuds ou mailles de fils, mais un réseau moulé par évaporation ou coagulation dans les tailles gravées en creux sur un cylindre qu'humecte la solution cellulosique.

***

Actuellement, les soies artificielles reçoivent de multiples destinations : tissus, lacets de chaussures en fils très fortement retordus, tissus pour doublage

Digitized by Google

des chaussures, bonneterie, broderie, passementerie, imitation de fourrures (astrakan, notamment, isolants en électrotechnique, cheveux pour poupées, etc).

Il est quelque peu imprudent de donner des chiffres précis concernant la production de la soie artificielle, car les firmes intéressées, outre qu'elles sont nombreuses et exercent leur activité dans un nombre encore plus grand d'usines, sont assez discrètes quant à l'importance de leurs fabrications. Nous avons cependant pu réunir dans le tableau suivant quelques évaluations très approchées, destinées à donner une idée de l'accroissement rapide de la production ; les deux facteurs principaux de cette augmentation sont le nombre sans cesse plus grand des firmes productrices et la tendance actuelle vers la fabrication de numéros plus gros, ce qui entraîne automatiquement une augmentation de la production en poids, toutes choses égales d'ailleurs.

PRODUCTION EN TONNES.

	1913	1922	1924	1926
États-Unis.....	710	10.645	16.245	28.000
Italie	1.000	2.750	8.400	12.700
Angleterre	2.500	3.500	10.885	11.300
Allemagne	3.600	4.750	10.760	11.800
France	1.700	2.850	5.610	8.000
Belgique.....	1.400	2.850	4.030	6.000
Suisse	200	900	1.820	3.000
Pays-Bas	»	550	1.530	5.000
Autriche.....	700	450	1.200	1.500
Pologne.....	»	425	700	1.000
Tchécoslovaquie.	»	290	590	1.000
Japon.....	»	»	545	4.500
Hongrie	»	»	280	»
Espagne.....	»	»	84	»
Suède	»	»	80	»
Russie	»	»	40	»
Pays divers.....	»	»	»	1.000
	11.810	29.960	62.300	95.600

BIBLIOGRAPHIE

CLÉMENT et RIVIÈRE. — *Matières plastiques et Soies artificielles* (Collection des *Grandes encyclopédies industrielles* J.-B. Baillière, 1924.)

M. MEUNIER, *Chimie des Colloïdes* (même collection), J.-B. Baillière 1924.

A. CHAPLET, *Les Soies artificielles*, Gauthier-Villars.

Digitized by Google

Quelques problèmes relatifs à la Tourbe

(Communications au 1er Congrès national de la Tourbe) (1)

PAR

Paul NICOLARDOT

Docteur ès sciences. Directeur du Bureau international permanent de Chimie analytique.

Les charbons actifs. — M. Godel, directeur de la Société de recherches et d'exploitations pétrolifères, développe très longuement la question des charbons actifs.

Il rend compte des résultats obtenus, en particulier à l'usine de Vaux, sur les charbons actifs, pour la préparation desquels le charbon de tourbe, en particulier le charbon produit par M. Roux, est aussi favorable que le charbon de bois employé précédemment. Les effets intéressants des charbons actifs résultent de la superposition d'effets d'absorption et d'actions capillaires ; dans ces charbons extrêmement poreux, on arrive en effet à des surfaces de 600 à 1.000 mètres carrés par gramme de matière, la nature du carbone jouant d'ailleurs également un rôle.

La fabrication de ces charbons actifs se fait par trois procédés : soit par carbonisation simple ; soit par carbonisation après imprégnation par des solvants (procédé Urbain), acide phosphorique, chlorure de zinc, etc. ; soit par carbonisation en présence de gaz oxydants (procédé de la Société de Recherches et d'Exploitations pétrolifères).

Quant aux emplois des charbons activés, ils sont surtout de deux ordres : l'absorption des gaz, tels que les vapeurs d'essence, de benzol, etc., où, avec l'emploi de vapeur saturée à 8 kilogrammes, on ne dépense que 2 kilogrammes de vapeur par kilogramme de benzol ; le rendement d'applications de ce genre dépasse 90 p. 100. Le second emploi est la décoloration, en sucrerie, raffinerie, fabrication du vin, de l'acide tartrique, de l'acide citrique, usages médicaux, etc. Pour tous ces usages, un charbon de tourbe à 6 p. 100 de cendres fournit de bons résultats.

Les utilisations agricoles de la tourbe. — Avec la communication de M. Blanchard, lue par M. Fernand Le Monnier, sont abordées au point de vue agricole les propriétés colloïdales de la tourbe, et cela d'une manière si intéressante que nous ne croyons mieux faire que de reproduire intégralement cette belle étude.

D'après M. Emile Blanchard la tourbe n'est pas une matière fertilisante.

Elle a des propriétés physiques détestables, elle se gonfle à l'eau, se resserre dans les périodes de sécheresse, est d'une mobilité extrême. De plus, elle a des propriétés colloïdales qui lui permettent d'absorber des quantités d'eau considérables. Elle arrête l'eau au lieu de la laisser filtrer, mais elle ne la cède pas aux végétaux, en sorte que l'humidité qu'elle a retenue n'est pas disponible et que tout se passe comme s'il n'y en avait pas. D'où cette conclusion de M. Blanchard qui peut paraître paradoxale : les terrains où la tourbe domine sont des terrains physiologiquement secs.

Mais si la tourbe est une matière aride, elle constitue un excellent réservoir pour les dissolutions salines qui, par osmose, peuvent passer de l'eau contenue dans la tourbe dans l'eau contenue dans la partie terreuse du sol. La tourbe peut servir ainsi de support aux engrais solubles. Elle ne fermente pas, et les fibres tourbeuses peuvent être considérées comme de véritables bouteilles stérilisées dans lesquelles, après dessiccation, on peut enfermer des substances salines que l'humidité répandra dans le milieu où la terre aura été enfouie.

La tourbe peut servir de litière, la tourbe fibreuse principalement. Cette tourbe contient plus d'azote que la paille et cependant moins que la tourbe noire. Elle fixe un tiers de plus d'azote que la paille, d'après Muntz, quand on lui fait absorber les déjections d'animaux.

Dans une étable, une litière de tourbe sèche retient sept à huit fois son poids de liquide et son pouvoir absorbant est trois fois plus grand que celui des pailles. Une litière de tourbe s'oppose absolument à la déperdition d'azote ammoniacal. Petermann a démontré expérimentalement la supériorité des litières de tourbe sur les litières de paille pour l'absorption de l'ammoniaque.

En analysant l'atmosphère de deux écuries dans lesquelles étaient logés deux chevaux, il a trouvé par litre les quantités suivantes d'ammoniaque en grammes :

Premier jour : litière de paille : 0,0012 ;

(1) Voir le n° de mars 1928, pp. 107-114.

Digitized by Google

Premier jour : litière de tourbe : rien.

Ce n'est qu'au sixième jour, lorsque l'air de l'étable ayant reçu une litière de paille commençait à devenir irrespirable et contenait seize fois plus d'ammoniaque que le premier jour, qu'on constata quelques traces d'ammoniaque dans l'atmosphère de l'étable ayant reçu une litière de tourbe.

Quelle est la valeur culturale du fumier de tourbe?

Son efficacité est certaine. Dans les terres légères de Vincennes, il a donné par hectare un excédent de 1.000 kilogrammes pour les betteraves et de 225 kilogrammes pour le blé.

La poussière de tourbe peut être aussi utilement répandue dans le fumier. Elle y retiendra l'ammoniaque et augmentera le volume du tas. Il ne faut pas oublier que la tourbe séchée à l'air peut perdre la moitié de son pouvoir rétentif pour les liquides.

Dans les hortillonnages d'Amiens, d'après Coquidé, on ramène périodiquement une petite quantité de tourbe sous-jacente prise au-dessous du sol, à 0 m. 80 de profondeur pour la mélanger au sol généralement argileux, de telle façon que la quantité de tourbe mélangée ne dépasse pas un tiers. Cette pratique a sûrement pour but de maintenir l'humidité au-dessus du plan d'eau. Cette tourbe disséminée dans la masse terreuse constitue autant de pompes capillaires qui tendent à ramener l'eau des rieux jusqu'à la surface.

Les hortillonnages prouvent que les sols tourbeux tirent de la tourbe une fertilité plus grande pourvu que les éléments minéraux, sable, argile, sels volatils, y dominent.

La nécessité où se trouvent les hortillonneurs de recharger en tourbe le sol de la surface, malgré les apports de limon qu'ils tirent du dragage des rieux, prouve que la tourbe se digère à la longue dans le sol cultivé, ce qu'aucune expérience de laboratoire n'a pu encore prouver.

M. Blanchard estime donc que la tourbe mélangée au sol a un rôle physique utile.

On sait qu'elle est utilisée pour la fabrication des engrais chimiques. Dans ce cas la préparation doit aboutir à produire des humates et des combinaisons phospho-humiques solubles qui sont les composants actifs de la matière noire ou fumier de ferme.

Il semble que les fabricants d'engrais sont parvenus à résoudre le problème et à rendre la tourbe assimilable en la transformant profondément par l'adjonction des sels de chaux et de potasse et de l'acide phosphorique.

Les engrais humiques à base de tourbe se dissolvent lentement et fournissent chaque jour les éléments indispensables pour entretenir l'humus nécessaire à la vie des ferments du sol. Cependant, ils ne peuvent dispenser absolument de l'emploi du fumier.

L'inspecteur général des Stations agronomiques Demolon, devant l'emploi de plus en plus massif des engrais chimiques venant remplacer le fumier déposé autrefois dans les riches plaines de l'Aisne, a jeté le cri d'alarme.

Il faut le dire bien haut, avec cet éminent agronome, ce n'est pas le déboisement seul qui transforme en désert les terres fertiles. On peut, dans bien des cas, pallier le manque de pluie par des irrigations. L'Egypte en montre un exemple ; mais ce qu'on ne peut immédiatement remplacer dans un sol épuisé, c'est l'humus lentement détruit par des récoltes successives sans apport d'engrais organiques.

L'Afrique du Nord, grenier d'abondance de la Rome antique, a cessé de produire lorsque la dernière parcelle d'humus, partie avec la dernière récolte rémunératrice, a laissé, à la place des terres vivantes du temps de Jugurtha, une terre morte, comme la civilisation qu'elle avait nourrie.

Le berger remplace le laboureur lorsque les ferments de la terre, anémiés par le manque d'humus, ne remplissent plus leur rôle de pourvoyeur des racines en éléments éliminables provenant de la digestion des substances minérales et de la fixation de l'azote aérien sous forme de nitrates.

LA TOURBE AMENDEMENT. — L'humus n'est pas uniquement pour le sol arable un principe de vie, il est également un amendement. Lui seul est capable de diviser les terres lourdes argilo-calcaires et d'en permettre la culture facile.

Il sert, au contraire, de liant aux terres trop légères et leur donne du corps.

A ce point de vue, cet humus inactif, rudimentaire, qu'est la tourbe, peut servir à amender certains sols.

LA TOURBE RÉGULATRICE D'HUMIDITÉ. — De plus, la tourbe peut jouer dans la terre le rôle de réservoir d'eau et d'arrosage de bas en haut, c'est ce qui a été déjà constaté dans les hortillonnages d'Amiens. Placée au fond de tranchées parallèles suffisamment profondes, la tourbe peut servir d'éponge en absorbant les excès d'humidité dans les périodes de pluie. Dans ce cas, la tourbe draine, et rend à la terre cette humdité dans les périodes de sécheresse, et alors la tourbe arrose.

L'ingéniosité humaine veut de plus en plus tirer des situations les plus mauvaises une source de richesses. C'est ainsi que les tourbières de la Tripolitaine serviront un jour à amender les sables de la Lybie. Grâce à la tourbe amendement, se transformant lentement en humus, arrêtant au passage les pluies orageuses, grâce à l'apport de quelques ferments laissés par les déjections d'un bétail de

Digitized by Google

plus en plus nombreux, Rome verra un jour les blés d'Afrique servir de nourriture à ses fils. Les plateaux arides se couvriront de moissons.

LA TOURBE SUBSTRATUM DE CERTAINS FERMENTS. — La tourbe, avons-nous dit, est un mauvais milieu de culture pour les microbes. Ses propriétés sont plutôt microbicides, antiseptiques. Cependant, la tourbe granulée, séchée à 100°, dans laquelle les propriétés colloïdales ont été très atténuées, peut servie de support aux ferments nitrificateurs. Elle peut remplacer le coke dans les fumiers, transformant les eaux ammoniacales des fosses septiques en nitrates inodores et incolores. Une fois gorgés de nitrates et de déchets organiques, ces granules de tourbe constituent un engrais puissant et complet tandis que le coke pollué — et c'est là un inconvénient des anciens procédés, — ne constitue qu'un répugnant combustible.

LA TOURBE HYGIÉNIQUE. — La tourbe peut servir de désinfectant pour les latrines: le fait a été signalé par Barrel, il y a soixante ans. 40 ou 50 kilogrammes de poussière de tourbe peuvent absorber des déjections d'une personne durant une année.

Les Américains ont même inventé des water-closets à chasse de tourbe, employés dans les régions, si nombreuses en France, où l'on doit économiser l'eau. Le système consiste en un réservoir de poussier sec de tourbe qu'on manœuvre à l'aide d'une poignée, comme une chasse d'eau.

Les déjections mélangées de tourbe sont sans odeur; elles contiennent tous les principes actifs de l'engrais humain, la plupart des bactéries pathogènes ont disparu. On peut répandre la tourbe saturée de déjections, directement sur le sol sans le moindre inconvénient. C'est un engrais tout indiqué pour les jardins à sol léger et pour les terres très calcaires qui brûlent trop rapidement le fumier.

La tourbe ne doit pas être considérée impunément comme un combustible inférieur. Il suffit de l'adapter aux emplois culturaux pour qu'elle devienne une source de richesse agricole.

Les procédés de drainage mécanique. — M. Brancher, secrétaire général de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture, parle du drainage en galerie.

Le drainage, tel qu'on le faisait jusqu'à présent en France par tranchées creusées à la bèche et par les drains en poterie, revient à des prix tellement élevés, que l'opération devient prohibitive.

On s'est donc évertué, en présence de semblable inconvénient, à rechercher, ou plutôt à mettre en œuvre, un procédé qui, sans être nouveau, a sur la méthode classique l'avantage d'être réalisable dans des conditions infiniment moins onéreuses que celles qu'exige cette dernière, tout en donnant, dans des situations déterminées, des résultats certains.

Il s'agit du drainage mécanique ou, plus exactement, du drainage dit « en galeries », lequel consiste à créer, à une certaine profondeur dans le sol et à l'aide d'un instrument approprié — une sorte de charrue — des galeries cylindriques, du diamètre d'un drain ordinaire, par lesquelles on obtient l'écoulement des eaux à évacuer.

Le conférencier décrit ensuite les appareils permettant d'effectuer ces drainages, que les congressistes ont pu voir exécuter sous leurs yeux. Le coût ne dépasse pas 200 francs à l'hectare alors qu'il est de 3.000 francs avec les drains en poterie.

La gazéification des combustibles liquides. — M. Damour s'est limité aux gazogènes industriels servant au chauffage des fours et a exposé deux cas particuliers de gazéification de combustibles inférieurs, l'un où il a utilisé des charbons allant jusqu'à 50 p. 100 de cendres et à un pouvoir calorifique de 5.000 calories, l'autre où il a utilisé les déchets de coke d'une usine métallurgique.

1° *Charbons cendreux.* — M. Damour estime qu'il n'y a presque pas de limite à la teneur en cendres des charbons de gazogène. Ce qui est essentiel, est la régularité tant comme calibre que comme teneur en matières volatiles.

2° *Combustibles menus.* — Par définition, calibre de 0 à 20 ou 30 millimètres. Il a l'avantage de présenter une plus grande surface, donc de permettre un temps de contact plus grand entre l'air et le carbone.

M. Damour rappelle qu'avec le gazogène Mond on a réussi à récupérer à la Centrale électrique à tourbe d'Orentano (Italie) 70 p. 100 de l'azote total contenu dans la tourbe. Et avec des gazogènes à houille, même avec injection de vapeur d'eau, M. Damour n'a jamais pu dépasser le rendement de 40 p. 100. La récupération de l'azote sous forme d'ammoniaque dans un gazogène est donc beaucoup meilleure quand on traite la tourbe que quand on traite la houille.

Aux données de cette note, M. Alain Le Monnier a ajouté les remarques suivantes :

Depuis le Congrès de Chimie de 1926, la préparation de la tourbe en tant que combustible de gazogène a fait un progrès sensible, grâce au procédé de M. Roux, ce qui semble encore augmenter ses possibilités d'emploi, puisqu'elle a acquis la qualité de régularité préconisée par M. le professeur Damour.

Ce même combustible pourrait sans doute être encore employé dans de nombreux types de foyers

Digitized by Google

qui ont été étudiés pour l'utilisation des combustibles inférieurs, en particulier pour les divers problèmes de séchage qui se posent dans les industries agricoles, notamment pour le séchage de la tourbe elle-même.

Quand il s'agira de produits (relativement nombreux) ne pouvant pas supporter le contact des fumées, on sera amené à les sécher au moyen d'air chauffé lui-même par les fumées, et, pour obtenir le meilleur rendement, on cherchera à utiliser les fumées à la température la plus élevée possible.

La tourbe combustible des gazogènes. — M. Alain Le Monnier, ingénieur-conseil de la Société Chauffage et Récupération thermique, étudie dans quels cas il y a lieu d'effectuer la distillation de la tourbe.

Il faut étudier chaque cas particulier de tourbière séparément. Les tourbes sont très variées, les gisements sont d'importance très diverse. Il faut pour entreprendre la carbonisation de la tourbe que l'exploitant ait le temps d'amortir son usine. Dans bien des régions les tourbières pourront se grouper pour monter une usine centrale de carbonisation. Dans les petites tourbières isolées, on devra se contenter d'une petite installation mobile d'extraction et granulation, avec un hangar de séchage démontable pour la vente aux nombreux usagers de la tourbière, qui se serviront des granules mis dans des gazogènes fixes pour la production de la force motrice.

Le semi-coke obtenu autrefois n'était pas vendable, les granulés de M. Charles-Roux ont permis de réaliser un progrès considérable dans cette voie et de fournir une solution pratique.

En supposant résolu le problème du four où se produira la carbonisation, on obtient comme matières volatiles par tonne de tourbe sèche :

1° Des eaux de condensation contenant :
5 à 8 kilogrammes d'azote ammoniacal ;
2 kilogrammes d'alcool méthylique ;
4 kilogrammes d'acide acétique.

2° 40 à 80 kilogrammes d'acide acétique.
20 p. 100 environ d'huile légère distillant de 100° à 225° ;
25 p. 100 environ d'huile moyenne distillant de 225° à 275° ;
30 p. 100 environ d'huile lourde distillant de 275° à 350° ;
5 p. 100 de brai ;
5 p. 100 de coke d'huile.

Le lavage des fractions à la soude et à l'acide sulfurique permet de séparer environ 15 p. 100 de crésols et 5 p. 100 de bases pyridiques.

A ce goudron primaire il faut ajouter comme produit dit « condensable » l'huile légère qui ne peut être condensée à la température ordinaire et qu'on ne peut récupérer que par dissolution dans un liquide de lavage approprié, ou par absorption par un charbon actif ou par congélation.

3° Le gaz restant a la composition moyenne suivante :

Hydrogène, 10 p. 100 ;
Méthane, 10 p. 100 ;
Carbures non saturés, 8 p. 100 ;
Oxyde de carbone, 10 p. 100 ;
Anhydre carbonique, 50 p. 100 ;
Azote, 12 p. 100.

Le goudron d'abord complètement déshydraté a abandonné 16 p. 100 d'eau ; sa densité est en effet très voisine de l'unité (0,964). Le résultat de son raffinage d'après M. Petroff est :

Essence raffinée (1110-225)	14 p. 100
Gaz-oil (205-330)	12 —
Huile de graissage	9 —
Brai	5 —
Crésols	15 —
Résines acides	4 —
Résines acides	4 —
Bases	6 —
Coke	5 —
Pertes	23 —

En particulier, l'essence raffinée (14 p. 100 du goudron), le gazoil (12 p. 100 du goudron) sont analogues aux produits usuels du même nom. M. Le Monnier pense que l'on pourrait augmenter ces rendements en combustibles liquides en appliquant le « cracking » au goudron de tourbe, ce procédé donnant quatre à cinq fois plus de produits liquides que la carbonisation à basse température.

Pour la mise au point de tous ces procédés d'utilisation de la tourbe, il serait utile que les tourbiers se groupent pour faire les études et les réactions nécessaires ; la création d'un organisme centralisateur permanent serait également désirable.

M. Dumanois répond que l'Office National des Combustibles liquides est prêt à accorder son concours pour toutes expériences, et le colonel Ferrus offre également celui de la Commission technique de l'A. C. F.

La tourbe matière première auxiliaire du gaz sous pression. — Le colonel Lucas-Girardville, président de la Commission des carburants nationaux de l'Automobile-Club de France, analyse la note de M. Simon, administrateur délégué de la Société pour l'exploitation des tubes électro-frettés, sur la tourbe matière première auxiliaire du gaz sous pression.

Digitized by Google

On connaît déjà les intéressants résultats obtenus en faisant marcher des moteurs, même des véhicules automobiles, à l'aide de gaz comprimé et en particulier de méthane, procédé qui a pu se développer, grâce à la fabrication de tubes à la fois résistants et légers par la Société des Tubes électro-frettés.

Or le gaz, résidu de la carbonisation de la tourbe, contient 10 p. 100 seulement de méthane ; mais si l'on absorbe les 50 p. 100 de CO^2 par dissolution sous pression dans l'eau, et qu'on sépare l'hydrogène, qui a une grande valeur, par liquéfaction, le gaz restant peut être comprimé dans des tubes de ce genre et fournir environ 9.000 calories au mètre cube.

Après ces diverses communications, résumées par M. Dumanois en quelques mots, soulignant de la manière la plus heureuse les parties intéressantes et neuves de chacune d'elles, différentes questions sont abordées, notamment celle de l'utilisation la plus ancienne de la tourbe comme combustible, soit pour le chauffage domestique, soit pour le chauffage industriel.

***

La séance fut terminée par la présentation de deux films réalisés par M. Dorléans, de la Maison Gaumont, au cours d'une conférence de M. Jagerschmidt, inspecteur principal des Eaux et Forêts sur le traitement des bois forestiers.

Il ne s'agit pas, comme on a voulu le faire croire, de dévaster et de faire disparaître les forêts, mais d'employer tous les menus bois, tous les déchets qu'on néglige et qui se perdent.

Pour illustrer ses explications, M. Jagerschmidt utilise le développement de deux films, envoyés par la maison Gaumont. L'un a trait à l'exploitation des tourbières telle qu'elle se faisait avant l'emploi de la machine inventée par M. Bailliot. L'autre, encore inédit qui fut filmé en avril dernier, montre la coupe, le ramassage et l'utilisation des bois par les meules des charbonniers et par les fours spéciaux.

C'est sur cette remarquable conférence que prit fin la réunion la plus importante du congrès au point de vue technique et scientifique.

Un concours auquel assistaient tous les congressistes et auquel ont pris part de nombreux ouvriers tourbiers, a permis d'attribuer le diplôme de premier tourbier de France à M. Goulard Charles.

Dans la séance plénière, présidée par M. Bègue, préfet de l'Aisne, représentant M. le ministre de l'Agriculture, furent rappelés tous les résultats acquis, indiqués tous les espoirs et c'est avec juste raison que M. Dumanois put annoncer qu'à la suite du succès remporté par le premier congrès national de la tourbe s'ouvrirait l'an prochain également à Notre-Dame-de-Liesse, au mois de juin, un congrès international de la tourbe, auquel il a pu prédire dès maintenant le plus grand succès.

Qu'il nous soit permis d'insister sur un point des plus importants au point de vue de la chimie colloïdale et sur lequel a glissé avec trop de modestie M. Charles-Roux. Les granulés qu'il a réussi à préparer, le premier, sous une forme qui en rend la dessiccation rapide, peuvent être utilisés tels quels ou après carbonisation comme combustibles de gazogènes ; mais ce qui est capital, c'est que ces granules peuvent être préparés, non pas avec la tourbe seule, mais avec la tourbe mélangée en proportion plus ou moins importante de combustibles les plus divers : anthracites, fines, poussières de charbon, de lignites, de charbon de bois, de cokes de toutes sortes, de sciure et de déchets de bois. La tourbe ne sert ici que d'agglomérant, grâce à ses propriétés *colloïdales* ; les ressources sont par suite illimitées en cas de guerre. Les dosages changent suivant que les granulés sont utilisés après simple dessiccation à l'air ou après carbonisation. Leur forme et leurs dimensions permettent d'obtenir une densité de chargement souvent supérieure à 0,5 et de réaliser toujours une combustion complète. Leur allumage est assuré sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'essence ou à une bouteille de gaz comprimé, grâce à l'emploi de granulés spéciaux, facilement inflammables, jouant le rôle d'allumettes. La solidité de ces granulés leur permet de résister sans se briser à toutes les manipulations, et, fait intéressant, ils ne salissent pas les doigts. Ils sont d'ailleurs empaquetés dans des sacs en papier qui, lui aussi, est combustible et le tout peut être consommé par le gazogène, sans que l'on ait à se préoccuper, comme dans le cas de l'essence, de bidons encombrants, surtout quand ils sont vides.

Enfin, propriété capitale au point de vue militaire, des réservoirs pleins de ces granulés, même troués par les balles, ne se videront pas comme le feraient les mêmes réservoirs remplis d'essences, les avions peuvent poursuivre leur vol et les chars d'assaut continuer leur œuvre ou rentrer dans les lignes pour éviter une perte totale ; il n'y a plus à craindre d'incendie à bord de ces divers véhicules.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

Élections

Nous avons tous intérêt, quel que soit le parti politique qui a nos préférences, à ce que la prochaine consultation du suffrage universel soit aussi sincère et régulière que possible. Malheureusement un trop grand nombre d'électeurs se désintéressent, sinon du scrutin, du moins de la manière dont sont pratiquement conduites les opérations électorales. Si on n'y prend garde, c'est la porte ouverte à la fraude souvent la plus grossière, qui est de nature son seulement à fausser complètement les résultats des élections, mais encore à compromettre gravement ce procédé politique, le seul qu'on ait trouvé pour assurer la participation du peuple à l'exercice du pouvoir.

Parmi les fraudes électorales, un grand nombre se produisent de la part du bureau électoral chargé par la loi de présider au scrutin. Derrière la table siègent le président, les quatre assesseurs, le secrétaire. La loi a fait entière confiance au maire de la commune ; c'est lui qui doit présider le bureau, alors même qu'il serait lui-même candidat ou qu'il aurait avec lui les relations de parenté les plus étroites.

Si la commune comporte plusieurs bureaux de vote, le maire choisit le bureau qu'il entend présider ; adjoints et conseillers municipaux, dans l'ordre du tableau, président les autres bureaux. En cas d'empêchement de leur part, le maire peut désigner pour cette fonction un électeur quelconque sachant lire et écrire. Il semble que la loi aurait pu ajouter l'exigence de connaissances élémentaires d'arithmétique ! Fréquemment les maires investissent des délicates fonctions de président du bureau des personnes plus qualifiées par leurs opinions politiques conformes à celles de la municipalité que par leurs garanties d'impartialité.

La loi appelle à siéger comme assesseurs les conseillers municipaux dans l'ordre du tableau ; à défaut, les deux plus âgés et les deux plus jeunes électeurs présents à l'ouverture du scrutin. En fait, à huit heures du matin, l'assistance est des plus clairsemées, aussi prend-on pratiquement comme assesseurs soit les premiers venus, soit — solution plus inquiétante — les amis du président ou des électeurs dont on n'a à craindre ni la perspicacité, ni l'indépendance. On a souvent proposé de permettre aux candidats de se faire représenter officiellement auprès de chaque bureau de poste par des mandataires de leur choix : le Sénat n'a jamais accepté de voter cette mesure, qui présenterait au point de vue de l'assainissement du scrutin les plus sérieux avantages.

Le vote du bureau dans le scrutin est primordial : c'est lui qui statue en effet sur toutes les difficultés et les réclamations qui peuvent s'élever dans l'assemblée électorale sur la conduite de l'opération.

Le bureau reçoit le vote des électeurs inscrits. Certains ne se sont pas munis de leur carte ; ils doivent produire des preuves d'identité pour voter. Un bureau partial pourra rejeter pour insuffisance de preuves d'identité les votes qui lui paraîtront suspects d'hostilité au candidat de ses préférences. Par contre, il accueillera sans protester ceux des électeurs qui, quoique inscrits, doivent s'abstenir de voter : militaires sans congé, inscrits maritimes en mer, aliénés, etc...

La police de l'assemblée appartient au seul président. Il pourra donc, le cas échéant, interdire, sous un vain prétexte, le stationnement dans la salle et ménager ainsi les instants favorables au « tripatouillage ». N'a-t-on pas vu des présidents invoquer leur pouvoir de police pour faire expulser *manu militari* les électeurs qui troublaient l'ordre, c'est-à dire qui protestaient avec une indignation jugée excessive contre la fraude qu'ils avaient surprise Ce n'est qu'un jeu pour un président qui tient l'urne et ses clefs que d'introduire dans l'urne à la faveur du trouble ou du désordre un paquet de bulletins préparés au nom du candidat désiré. Il pourra même arriver que le président fasse arrêter un électeur qui s'obstine avec véhémence dans sa protestation.

Les procédés de fraude plus discrète sont innombrables. Parfois le bureau refusera d'insérer les réclamations dans le procès-verbal ; il néglige de réprimer les actes pourtant flagrants de pression ou d'intimidation qui se déroulent dans la salle du vote. On a vu dans une grande ville du Midi les tenants de la mairie surveiller avec une ostentation manifeste le choix des bulletins de vote par chaque arrivant. Tous les électeurs qui, de près ou de loin, sont dans la dépendance de la mairie se trouvant ainsi surveillés et intimidés n'hésitaient pas à choisir le bulletin con-

Digitized by Google

forme au vœu de la municipalité, ils devaient ensuite, sous la même surveillance, traverser l'isoloir à toute vitesse pour prouver ainsi qu'aucune substitution de bulletin ne pouvait s'effectuer.

C'est enfin le président qui déclare la clôture du scrutin. Il lui sera facile, à ce moment, d'en retarder ou d'en prolonger abusivement la durée suivant l'opinion probable des électeurs qui à ce moment se présentent en grand nombre. Il est si facile d'avoir préparé l'avance de l'horloge !

Le procès-verbal, le dépouillement des votes, la proclamation du résultat, autant de formalités qui peuvent chacune donner lieu à des manœuvres susceptibles de changer l'issue du scrutin.

Il est du devoir des citoyens, conscients de la gravité de l'heure présente, de surveiller avec une attention minutieuse la formation du bureau électoral et le mécanisme de l'élection d'où dépend l'avenir, la prospérité, peut-être l'existence même de notre pays.

L'abandon des campagnes et l'enseignement primaire.

L'*Union des intérêts économiques* a eu l'heureuse idée d'organiser parmi les instituteurs un concours sur le sujet suivant : « Comment, par votre enseignement et par l'autorité dont vous jouissez auprès des populations au milieu desquelles vous vivez, pouvez-vous contribuer à enrayer l'exode rural? »

On a souvent rendu l'enseignement primaire responsable en grande partie de la désertion des campagnes. De fait, le paysan à demi instruit a une fâcheuse tendance à mépriser non seulement l'illettré, mais celui qui est rivé à la terre par le rude labeur des champs. Trop souvent, certes, on a vu des instituteurs détourner de la profession paternelle les mieux doués de ses élèves pour les orienter vers les occupations médiocres du bureau ou du petit fonctionnarisme. Le résultat le plus clair de cette attitude, c'est la création d'une masse de mécontents, assez instruits pour donner de leur mécontentement des formules tapageuses qui forment un inquiétant prolétariat de bacheliers ou de sous-bacheliers. Dans bien des régions françaises, en particulier dans le Midi et dans ce merveilleux bassin de la Garonne où la fertilité naturelle du sol n'a pas suffi à fixer le paysan, ce sont ainsi les éléments intellectuellement inférieurs de la population qui restent à la terre. L'instituteur ne comprend pas toujours, et par suite ne peut faire comprendre aux enfants qu'il élève, la nécessité du travail des champs et l'intérêt du métier d'agriculteur, un des plus complexes et des plus attachants qui soient. « La terre est basse », me disait un jour l'un de ces mauvais maîtres.

Cependant, l'empressement avec lequel les instituteurs ont répondu à l'enquête de l'*Union* montre qu'ils commencent à saisir l'immense portée sociale de ce problème vital.

Le croirait-on? Certains de ces maîtres parviennent à des résultats heureux par le moyen de la sensibilité esthétique. Les paysans vont à la ville, non seulement par intérêt et par plaisir, mais parce qu'ils la voient plus belle que la campagne. Ce sentiment s'est particulièrement développé depuis l'extension des moyens de communication et notamment depuis l'avènement de la bicyclette à la campagne. L'instituteur, qui sait faire voir à l'enfant, aux heures où s'exalte sa sensibilité, la beauté de la vie rurale, peut certainement affaiblir la tentation du déracinement. Il peut agir dans le même sens en comparant la vie libre et aérée de l'homme des champs à celle du citadin. Certains vont même jusqu'à prendre les citadins comme termes de comparaison peu avantageuses. « Il faut faire voir à l'enfant, dit un maître d'école, ces déshérités venant se réconforter à la campagne quelques semaines durant le mois d'août. Le père est resté à la ville, la mère rognant sur tout pour offrir à ses enfants un peu de grand air. Tous, toujours dans le même habit, sont des exemples typiques et lamentables de la détresse de l'ouvrier moyen des grandes villes. »

Peut-être y a-t-il dans l'enquête de l'*Union* un peu trop de littérature. Il ne faut pas oublier que c'est l'appât du gain qui contribue à déterminer les grands courants qui inclinent dans un sens ou dans l'autre les vocations. A cet égard, le rôle de l'instituteur peut être capital. Qu'il dresse le budget comparé d'une famille rurale et d'une famille de citadins ; qu'il inscrive à l'actif du rural les biens innombrables qui lui sont dispensés surabondamment et d'une manière presque gratuite ; qu'il insiste sur la question angoissante du logement, qui ne se pose pas à la campagne ; qu'il mette en balance les gains du fermier ou du propriétaire avec ceux de l'ouvrier des villes ; qu'il insiste enfin sur l'indépendance économique du paysan en opposition avec la quasi-servitude de l'ouvrier vis-à-vis de la machine : il est impossible que si le maître lui-même est persuadé de la primauté de la vie rurale, il n'arrive pas à inculquer cette conviction à la jeunesse dont il doit assurer la formation intellectuelle et morale.

Le problème consiste donc à donner à l'instituteur lui-même une éducation mieux adaptée que celle qu'il reçoit aujourd'hui à l'auguste mission dont il est investi. On prêche mal une religion à laquelle on ne croit pas. Le problème est non seulement d'ordre pédagogique, mais d'ordre social, d'ordre politique et d'ordre moral.

Digitized by Google

Informations scientifiques

Plasma sanguin et sénilité. — Il y a plus de vingt ans un médecin britannique, H. Campbell, déclarait que dans l'étude de la sénilité il convenait d'envisager bien plus le plasma sanguin que les globules qui l'accompagnent. C'est l'opinion qu'a développée récemment un autre praticien, le Dr L. Williams, dans le *Brit. med. journ.* (4 juin 1927). Le plasma est fait des produits de la digestion, et des secrétions internes des glandes endocrines. Dans ces conditions les tissus que le plasma baigne et nourrit à la fois, sont exposés à souffrir à la fois des erreurs de régime, et des troubles des glandes endocrines. Les erreurs alimentaires, pour L. Williams, constituent probablement le facteur le plus important, et celui auquel il est le plus aisé de remédier. A l'en croire, l'alimentation britannique est mal ordonnée, et « auprès du valétudinaire britannique ordinaire, l'oie artificiellement gavée est un ascète ». Le jeûne, pour lui, serait le remède le plus simple, le plus facile, de beaucoup de troubles de nutrition. Mais il n'est point du tout populaire, et cela est regrettable.

Le rajeunissement à la Steinach et à la Voronoff est très prôné contre la sénilité au temps présent : le jeûne serait tout aussi efficace et sensiblement plus économique. Pourtant, dit Williams, le rajeunissement aurait quelque vertu. Ce n'est point qu'il prolonge l'existence, mais peut-être retarde-t-il un peu la sénilité.

Le bruissement dans l'aimantation du fer. — On sait que, d'après Barkhausen (1919), des échantillons de fer présentent une marche discontinue de l'aimantation révélée par des bruissements dans le téléphone relié à la bobine entourant l'échantillon à étudier. Comme l'aimantation s'accompagne de déformation du corps (magnétostriction) on peut s'attendre à des déformations discontinues à l'aimantation, déformations pouvant s'accompagner de phénomènes acoustiques perçus par l'oreille. M. Arkadiew a présenté sur ces phénomènes une note à l'Académie des sciences. Il le fait percevoir de façon très simple, par des dispositifs divers.

Par exemple : un morceau de fil de fer de $0^{mm},5$ de diamètre et de 40 millimètres de longueur est soudé à un diaphragme de cuivre fixé dans un verre. On applique ce dernier à l'oreille ; auprès oscille, suspendu à un fil tordu, l'aimant en fer à cheval. A chaque nouvelle aimantation, dans le champ tournant de l'aimant, on entend dans le verre un bruissement caractéristique qui s'accroît avec le temps parfaitement identique au bruissement de Barkhausen dans le téléphone, observé par l'ancien moyen décrit plus haut.

Ce bruit s'obtient aussi avec une mince plaque de fer de 25-50 μ d'épaisseur, très propre, fixée dans le verre ou dans une éprouvette ; il s'obtient également avec une plaque épaisse à condition qu'on en approche les pôles d'un aimant permanent ; il est encore plus simple d'opérer en faisant tourner un aimant vers le diaphragme d'un téléphone simple indépendant de tout fil.

Enfin il est possible que ce bruissement se manifeste aussi dans la transmission téléphonique, en altérant les sons transmis. En tout cas, ce bruissement s'observe au changement continu du courant dans le téléphone. L'intensité maximum du courant doit être de 0,3 ampère à 8 milliampères, suivant la résistance du téléphone 2 100 et 5 ohms.

Ces phénomènes acoustiques accompagnant l'aimantation sont particulièrement forts si l'on agit sur une substance possédant l'effet de Barkhausen extrêmement marqué qu'a découvert M. Forrer pour le nickel. Le fil de nickel de $0^{mm},2$ de diamètre, préparé selon la méthode de M. Forrer, est fixé par un bout au fond du verre, l'autre bout est soudé pendant qu'il est tendu par l'ouverture au centre du diaphragme fixé à l'intérieur du verre. Dans le champ magnétique tournant, le fil de nickel produit deux craquements sonores par période de rotation de l'aimant.

Si le fil n'est pas tendu, les chocs sont plus forts, car l'aimantation des fils dans le champ magnétique provoque un déplacement transversal (tressaillement) accompagné d'un plus fort dégagement d'énergie que lorsque le fil est fortement tendu et ne peut que se dilater et se comprimer.

L'enrichissement du sol en acide phosphorique soluble par la dessiccation et l'échauffement. — En 1924 M. Lebediantzeff a présenté à l'Académie des Sciences une série de notes fort intéressantes, mettant en évidence le fait remarquable d'un accroissement de la fertilité des sols par l'action de la dessiccation et de l'échauffement au soleil. A l'analyse il a constaté une augmentation de divers principes fertilisants assimilables, sous l'influence de ces agents : celle de l'acide phosphorique en particulier. Faisant digérer du sol pendant une demi-heure avec 5 fois son poids d'eau distillée, puis, déterminant le poids d'acide dissous dans l'eau, il a trouvé plus d'acide phosphorique dans le liquide d'un sol séché que dans le liquide du même sol non soumis à la dessiccation. C'est là un fait considérable. Mais est-il exact?.

C'est la question qu'ont examinée MM. A.-Th. Schlœsing et D. Leroux dans un travail présenté à l'Académie des Sciences. Ils ont fait usage d'une méthode différente de celle de M. Lebediantzieff, plus méthodique et délicate, dont ils donnent l'indication, et sont arrivés au même résultat que l'agronome russe. La terre séchée et chauffée s'enrichit en acide phosphorique. Dans quelles proportions? D'après les expériences ce serait dans des proportions variant de 65 à 128 kilogrammes par hectare (entre les profondeurs 15 et 25 centimètres). Et la méthode d'analyse Schlœsing-Leroux se montre plus précise que celle de M. Lebediantzieff. L'accroissement du stock d'acide phosphorique soluble utilisable par les racines est donc notablement accru par la dessiccation et le chauffage. Est-ce à dire qu'il se crée de l'acide phosphorique? Non, bien entendu. Mais le traitement favorise la solubilisation de phosphates insolubles. Son utilité toutefois dépend d'un facteur vitesse : de la rapidité avec laquelle le stock insoluble se solubilise par la dessiccation et la chaleur, et par conséquent de l'importance et de la fréquence de la chute pluviale à l'époque de la végétation. Cela n'est pas dit expressément, mais il semble bien qu'il en soit ainsi, et que, dans l'affaire, au point de vue pratique, il y ait lieu de tenir compte d'autre chose que le fait même de la solubilisation.

Digitized by Google

Une récente conquête de l'Électrothérapie

LA DIATHERMIE

PAR

Le professeur H. BORDIER (de Lyon)

En rendant compte aux lecteurs de la *Revue de médecine et de chirurgie* de mon livre ayant pour titre : *Diathermie et Diathermothérapie* (1), l'un des maîtres de la critique médicale, le docteur Helme écrivait : « Les jeunes gens qui ont eu le bonheur d'être venus à la vie aux heures où la médecine se forgeait une armure nouvelle n'ont pas de surprises quand on leur annonce quelque perfectionnement inédit dans l'art de guérir. Ils ont beau être vaccinés contre les grands enthousiasmes dont furent embrasés leurs anciens, ils ne pourront se retenir d'admirer la dernière merveille que leur apporte la physiothérapie avec la *diathermie*. Je connais, pour l'avoir vue appliquer sous mes yeux, cette méthode nouvelle qu'expose le professeur H. Bordier, de Lyon, dans un beau livre préfacé par le professeur Bergonié : dans les lignes qu'il a bien voulu écrire pour son collègue et ami, ce maître en électricité se plaît à déclarer que la diathermie crée toute une thérapeutique nouvelle.

« En chirurgie, on ne saurait plus se passer de la diathermie ; mais que dire des succès de cette méthode en médecine? Beaucoup de maladies sont justiciables de cette thérapeutique dont tous les systèmes organiques peuvent bénéficier. »

(1) La 4e édition vient de paraître chez Baillière, 19, rue Hautefeuille, Paris.

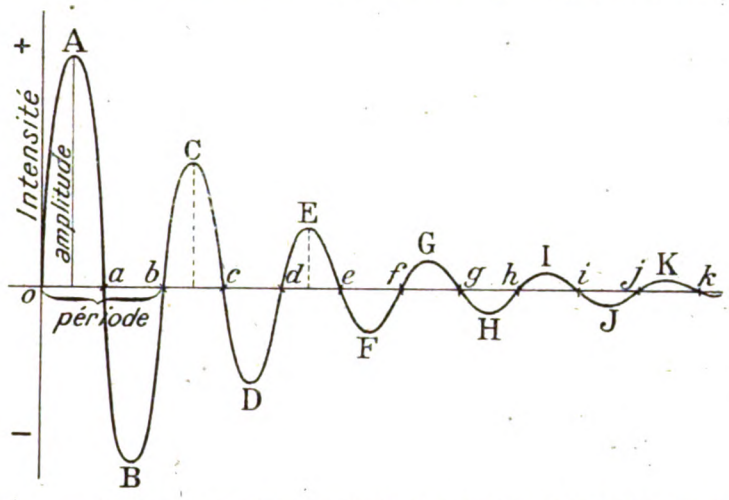


Fig. 1. — Un train d'oscillations, amplitude décroissante : les périodes *ob*, *bd*, *df*, etc., sont égales.

Cette analyse permet au lecteur de se faire déjà une opinion sur l'utilisation de cette forme de l'énergie électrique appliquée à l'art de guérir et sur les services que peut rendre la diathermothérapie ainsi que sur l'avenir énorme qui est réservé à cette méthode thérapeutique basée sur l'utilisation des ondes électriques.

Je vais tâcher, aussi simplement que possible, de faire comprendre le mécanisme intime et la production des oscillations électriques de haute fréquence ; j'indiquerai ensuite d'une façon très résumée les effets physiologiques et les applications tant chirurgicales que médicales de la diathermie.

Définition de la diathermie.

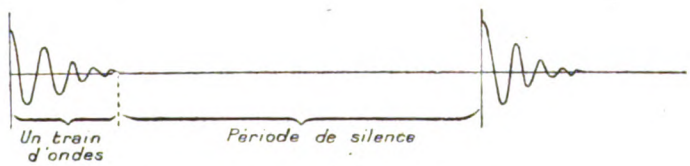


Fig. 2. — Trains d'oscillations amorties.

La diathermie est une forme de la d'arsonvalisation, celle-ci étant l'application des courants de haute fréquence (découverts par le professeur d'Arsonval) à la médecine. Elle tire son nom des effets calorifiques qui se développent dans l'intimité des tissus traversés par les oscillations de haute fréquence.

Les actions calorifiques internes dépendant du passage des courants de haute fréquence dans le corps des animaux ou de l'homme ont été observés pour la première fois par d'Arsonval, puis par Bordier et Lecomte, qui purent produire la mort d'animaux par échauffement excessif des centres

Digitized by Google

nerveux. Mais ces actions devinrent importantes et impressionnantes surtout à partir de l'époque où l'on employa les oscillations non amorties.

Je suis obligé de dire quelques mots sur la production de ces oscillations pour que le lecteur puisse comprendre l'obtention des courants de diathermie.

L'âme d'une auto, dit-on souvent, c'est le moteur ; de même, si l'on veut, l'âme d'un appareil producteur d'oscillations de haute fréquence, c'est le *condensateur*. Supposons donc un condensateur chargé d'électricité par suite de connexions de ses deux armatures avec une source d'électricité convenable ; si on fait aboutir à ces deux armatures les extrémités d'un circuit conducteur, la décharge du condensateur aura lieu, mais cette décharge aura une allure différente suivant que le circuit qui est offert au passage de ce courant aura une résistance petite ou grande.

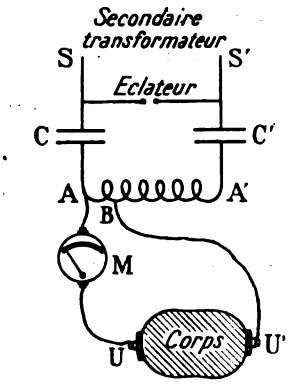


Fig. 3. — Le courant d'utilisation est pris en dérivation sur la spirale de self en A et B.

Constituons notre circuit de décharge par une résistance très faible, la décharge sera oscillante, l'électricité ira dans ce circuit d'une armature à l'autre, comme si elle était ballottée d'un pôle à l'autre du condensateur un très grand nombre de fois : le temps que met le courant oscillant pour aller d'un pôle à l'autre s'appelle la *période* de l'oscillation ; elle est de l'ordre des millièmes de seconde en diathermie. On favorisera la production des oscillations pendant la décharge de notre condensateur en donnant au circuit la forme d'un solénoïde, c'est-à-dire en introduisant une self-induction.

Nous savons donc maintenant quelles sont les conditions à remplir pour obtenir que la décharge du condensateur se fasse oscillatoirement. Mais nous n'aurons pas pendant bien longtemps des oscillations électriques dans notre circuit ; ces oscillations vont aller en s'éteignant de plus en plus, en s'amortissant, la période toutefois restant toujours la même depuis la première jusqu'à zéro (Fig. 1).

Le moyen qui s'offre à l'esprit pour continuer à avoir des oscillations dans notre circuit doué de self, c'est de recharger le condensateur. On utilise pour cela l'étincelle au moyen d'un organe appelé l'*éclateur* et qui joue un rôle très important dans le choix des appareils de diathermie ; les armatures du condensateur étant en relation avec la source d'électricité convenable, la décharge du condensateur dans le circuit oscillant a lieu à partir du moment où l'étincelle jaillit à l'éclateur, c'est-à-dire quand la différence de potentiel est devenue suffisante pour que l'étincelle puisse franchir la distance qui sépare les pièces de l'éclateur.

On comprend ainsi qu'on obtiendra une succession d'oscillations, ou plutôt une succession de *trains d'oscillations* de haute fréquence (Fig. 2).

D'Arsonval a introduit les courants de haute fréquence en médecine et a montré que ces courants ne font courir aucun risque au sujet qui est traversé par eux en prenant une dérivation sur le solénoïde de self placé dans le circuit oscillant.

Fig. 4. — Néo-diathermique.

Cette sécurité n'existe pas dans certains petits appareils, et je ne saurais trop insister sur les *dangers d'électrocution* qu'ils offrent ; leur montage (montage Tesla) est fait de telle sorte que si le condensateur venait à se crever par exemple, le malade serait pris dans le circuit à haut potentiel et à basse fréquence ! Dans les appareils de nos constructeurs sérieux, au contraire, il n'en peut être ainsi parce qu'ils adoptent tous le montage de d'Arsonval.

Les appareils de diathermie sont constitués par des organes qui sont à peu près les mêmes dans les différents modèles ; ce qui les différencie surtout c'est le système appelé éclateur (Fig. 6).

Cet éclateur est à étincelles éteintes de longueur très petite de façon à obtenir des trains d'oscillations aussi peu amortis que possible.

Il existe des appareils de diathermie fournissant des oscillations entretenues, c'est-à-dire à amplitude

Digitized by Google

constante ; ils utilisent pour cela soit l'arc chantant de Duddell, soir les lampes à 3 électrodes (Bordier).

Effets physiologiques.

Les applications de la diathermie se font au moyen d'électrodes métalliques, contrairement à ce qui a lieu pour les applications du courant galvanique. Il n'y a pas à redouter ici les effets électrolytiques, puisque le courant est constitué par des oscillations changeant alternativement de sens des centaines de mille fois par seconde.

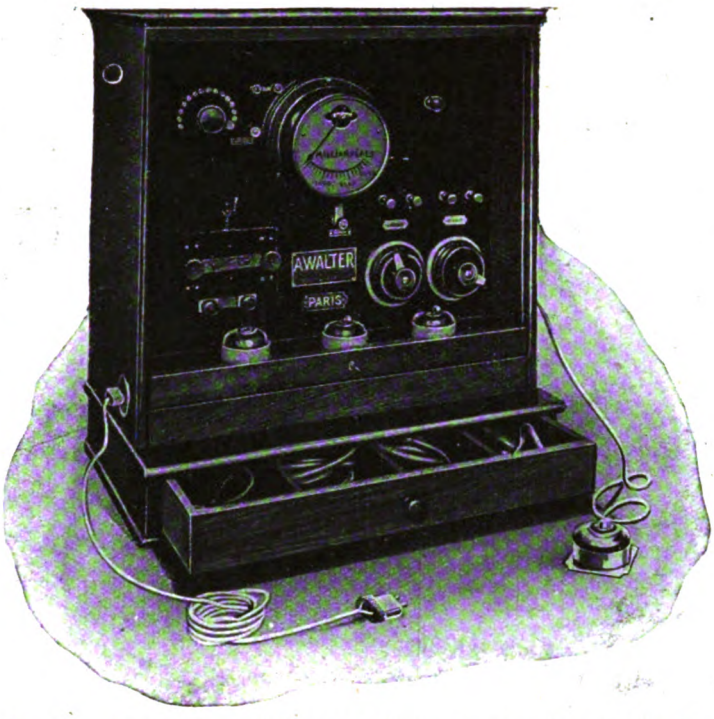


Fig. 5. — Appareil de A. Walter pour diathermie, étincelage et effluvation (petit modèle).

La différence des actions de la diathermie avec celles du courant continu, par exemple, peut s'exprimer en disant que le courant continu fait surtout du travail chimique, tandis que le courant de diathermie fait surtout du travail physique sous forme d'énergie calorifique et électrique. Ce résultat de la diathermie peut être démontré clairement par l'expérience suivante : on met du blanc d'œuf dans une assiette ; aux extrémités d'un même diamètre on adapte deux lames de métal égales plongeant dans l'albumine. Si l'on fait passer le courant de diathermie en augmentant progressivement l'intensité, on voit se produire lentement la coagulation de l'albumine *au centre* de l'assiette, à égale distance des électrodes. Puis, après un temps plus long, la zone coagulée s'étend excentriquement vers les deux électrodes (fig. 8) On a là l'exemple de ce qui se passe dans lesapplications d'ordre médical : l'effet diathermique est plus marqué dans l'espace interpolaire.

Si l'on prend au contraire un courant de forte intensité dès le début, les deux électrodes deviennent le siège d'une forte densité électrique et la coagulation du blanc d'œuf a lieu *au niveau des électrodes* : c'est l'exemple d'une application d'ordre chirurgical, méthode bipolaire, les deux électrodes étant l'une et l'autre actives.

Sur les animaux, les effets calorifiques des courants de haute fréquence ont été signalés par d'Arsonval dès 1896.

Bordier et Lecomte, en 1900, purent tuer des animaux en les soumettant aux courants de haute fréquence — qui pourtant, à intensité égale, ne produisaient aucune sensation sur l'homme — au moyen d'électrodes buccale et rectale. La mort était due ici à la chaleur diathermique sur les centres nerveux de ces animaux.

Sur l'homme, le courant de diathermie avec un bon appareil ne produit pas d'effet sensitif : ni fourmillement, ni picotement, mais peu d'instants après l'établissement du courant, le sujet ressent dans les poignets, s'il tient deux cylindres métalliques entre les mains, une chaleur d'abord agréable qui devient de plus en plus forte avec le temps et qui ne tarde pas à envahir les avant-bras.

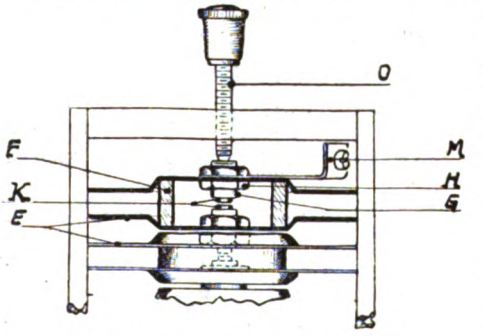


Fig. 6. — Éclateur à pastilles de Tungstène (K) du néo-diathermique.

L'élévation de température est toujours plus marquée dans les régions où a lieu la flexion du membre ; après dix minutes de passage d'un courant de 500 milliampères d'une main à l'autre on note une élévation de :

Au pli du coude	3°,6
A la face postérieur du coude	2°,7

Lorsqu'on applique des électrodes larges sur la peau, la température ne s'élève pas indéfiniment ; cela tient à ce que la chaleur produite par la diathermie est enlevée au fur et à mesure de sa produc-

Digitized by Google

tion par le sang qui circule et qui joue le rôle d'un véritable réfrigérant.

J'ai essayé de calculer la quantité de chaleur qui prend naissance dans le corps d'un sujet pesant 58 kilogrammes et dont la température centrale s'élève de 1°,8 après une demi-heure de diathermie généralisée et dont le poids avait diminué de 850 grammes par suite de l'évaporation de la sueur : le nombre auquel je suis arrivé est 555 calories. En admettant le chiffre de 1 500 calories donné par André Lefèvre comme étant la quantité de chaleur que les réactions cellulaires fournissent en vingt-quatre heures, le calcul montre que normalement la quantité de chaleur développée par un courant de diathermie généralisée, avec une intensité de 2 500 milliampères, est 18 *fois plus grande* que celle produite dans le même temps par l'organisme normal.

Si l'évaporation de la sueur n'existait pas, ou venait à s'arrêter, l'hyperthermie qui en résulterait serait énorme et capable de produire la mort.

Les oscillations électriques de haute fréquence ne produisent pas seulement une ascension de la température des tissus traversés ; elles agissent : 1° sur le *système cardio-vasculaire* : sur un hypertendu, la tension artérielle s'abaisse d'une façon constante, ainsi que cela ressort des observations faites par de nombreux observateurs, d'où l'utilisation de la diathermie pour le traitement de l'hypertension artérielle.

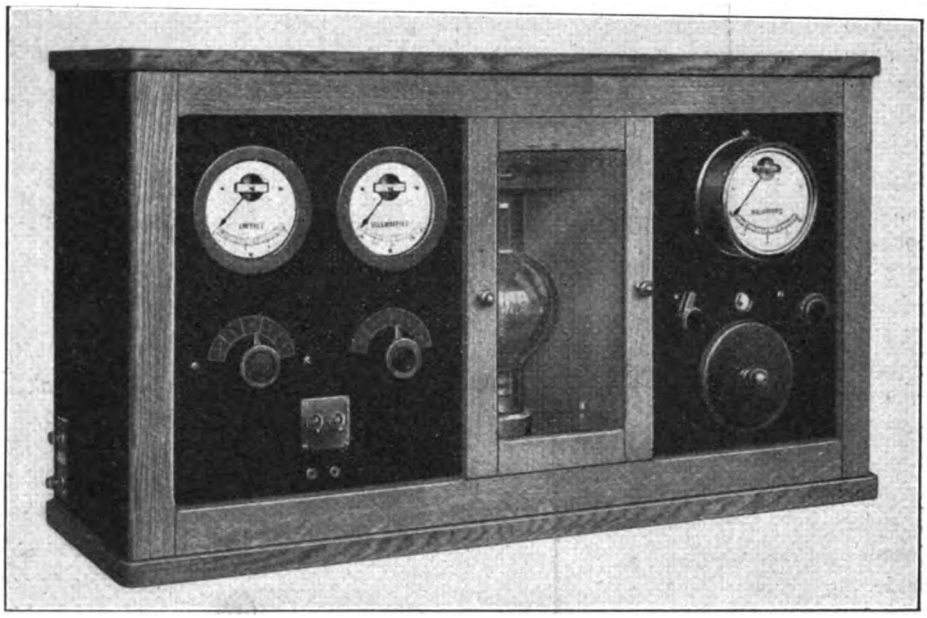


Fig. 7. — Appareil triodiathermique de Bordier.

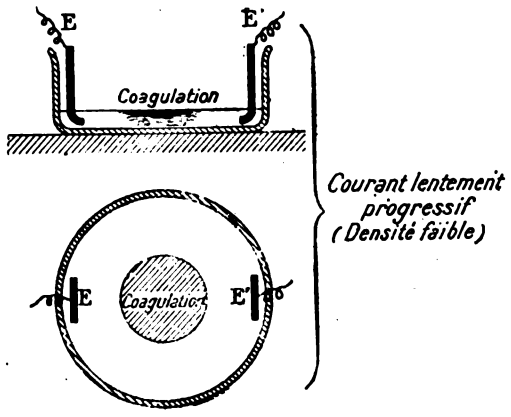


Fig. 8. — Cristallisoir contenant de l'albumine d'œuf et où plongent deux électrodes reliées à l'appareil de diathermie. Coupe et projection horizontale.

Les oscillations influencent aussi : 2° les *pulsations* et les *mouvements respiratoires*. Le nombre des pulsations passe de 68 à 90 très facilement après une application de quinze à vingt minutes ; les mouvements respiratoires augmentent eux aussi et atteignent 32 à la minute. Ces phénomènes physiologiques constituent l'un et l'autre un moyen de défense de l'organisme contre l'apport de chaleur dans le corps, en envoyant d'une part le sang à la périphérie cutanée, où il se refroidit grâce à l'évaporation de la sueur, un nombre de fois bien plus grand par minute, et d'autre part en amenant plus fréquemment de l'air frais aux poumons pour abaisser la température du sang.

3° Les *échanges gazeux* sont influencés par la diathermie.

L'expérience montre que l'oxygène absorbé passe de 2l,95 à 2l,14 après trente minutes de diathermie,

Digitized by Google

et que l'acide carbonique exhalé passe de 2l,62 à 1l,96 (Réchon). Mais ces quantités subissent l'une et l'autre une augmentation sérieuse au début de la diathermie, l'oxygène monte à 3l,63 et l'acide carbonique à 3l,16.

Ces variations du taux des échanges gazeux sont parallèles et connexes à celles qu'on observe dans la circulation générale.

Fig. 9. — Manche isolant avec porte-électrodes rectiligne isolé et sur lequel est vissée une électrode à boule.

L'organisme réagit en exploitant l'énergie qui est fournie d'abord par une phase d'hyperactivité fonctionnelle, puis la cause continuant à agir, en réduisant de lui-même sa dépense d'énergie proportionnellement à celle qui lui est fournie artificiellement.

Il y a là une loi générale qu'on peut exprimer de la façon suivante :

Quand on veut faire subir à l'organisme une perturbation dérangeant son mode habituel de fonctionnement, il s'établit tout d'abord une réaction défensive tendant à s'opposer à la perturbation produite (H. Bordier). Met-on un sujet dans un bain froid? Sa température centrale, qui devrait descendre, commence par monter. La diathermie amène, après un certain temps, une baisse des échanges respiratoires, mais ceux-ci, avant de baisser, commencent par augmenter !

La constatation de cette réaction défensive de l'organisme sous l'influence d'une cause qui tend à changer son mode habituel de fonctionnement, et dont on pourrait trouver un assez grand nombre d'exemples, rappelle en quelque sorte la loi de Lenz relative aux phénomènes d'induction électrique : le sens du courant induit est tel qu'*il tend à s'opposer* à la variation du flux qui le produit.

4° La diathermie influe sur la *composition du sang* et le *nombre des globules*.

5° Sur les *organismes refroidis*, les courants de haute fréquence à oscillations non amorties produisent des effets remarquables, en apportant une chaleur d'appoint aux organismes en état de marasme. Nous avons vu plus haut que l'on peut facilement faire développer dans les 550 calories dans les tissus d'un sujet soumis pendant une demi-heure à la diathermie généralisée ; cette chaleur infusée pour ainsi dire à un organisme en état d'hypothermie produira des effets bien supérieurs

Fig. 10. — Lupus tuberculeux avant le traitement diathermique.

Fig. 11. — La même malade, six mois après la séance de diathermocoagulation.

Digitized by Google

à tous les autres modes de traitement, physiques, mécaniques ou chimiques.

La chaleur diathermique et la loi de Joule

Contrairement à ce que le lecteur au courant des lois générales de l'électricité pourrait croire *a priori*, la chaleur diathermique n'est pas régie par la loi de Joule ; cette chaleur ne peut pas être calculée en faisant le produit de la résistance par le carré de l'intensité, dans le cas d'un courant de haute fréquence traversant un milieu électrolytique ou colloïdal ou des tissus vivants.

Tous ces milieux se comportent, en effet, comme une résistance électrique et en même temps comme une capacité électrique; en sorte que le courant de diathermie dont l'intensité est lue sur un ampèremètre thermique est en réalité formé par la somme algébrique d'un courant de conduction et d'un courant de capacité, le premier étant seul « watté » (Ch. Fabry), le deuxième étant, au contraire, « déwatté », et par conséquent sans action sur l'ampèremètre.

Fig. 12. — Cancroïde de la joue droite. Malade vue de profil.

Des expériences préliminaires que j'avais entreprises sur de l'eau distillée, une solution de sel marin, et des solutions colloïdales d'or et de platine, m'avaient déjà montré cette anomalie.

Le professeur d'Arsonval étudia récemment la question expérimentalement et vit qu'une solution de sel d'abord concentrée puis progressivement diluée fournissait des échauffements — toutes choses égales d'ailleurs — qui n'obéissent pas du tout à la loi de Joule ; bien plus, l'échauffement, à mesure que la concentration diminue (ou que la résistance électrique augmente) va en croissant, passe par un maximum, puis décroît régulièrement (phénomène de d'Arsonval). Ainsi, un même courant de 500 milliampères produit après deux minutes un échauffement de 96° ou seulement de 2° suivant la concentration du milieu électrolytique traversé !

On comprend combien, dans le cas des tissus vivants, le phénomène découvert par d'Arsonval a d'importance pour les applications de la diathermie en médecine.

Applications de la diathermie.

Il y a à distinguer deux sortes d'applications de la diathermie en médecine ; 1° les applications d'ordre chirurgical ; 2° les applications d'ordre médical.

1° *Diathermie chirurgicale.* — La diathermie chirurgicale se met en œuvre au moyen d'une électrode de grande surface en étain souple et mince et d'une autre électrode, qui est l'*électrode active* ou *chirurgicale* ; celle-ci est constituée par un conducteur métallique dont le contact avec les tissus à détruire est représenté par une surface très petite ; ce qui caractérise cette électrode, c'est la forte densité électrique qui règne à son niveau ; il en résulte des effets remarquables et puissants dans les tissus touchés par cette électrode.

Fig. 13. — La même personne deux mois après la séance.

Les effets de destruction produits par la coagulation diathermique (diathermo-coagulation) ne sont pas limités aux cellules en contact plus ou moins immédiat avec l'électrode, mais ils se manifestent bien plus loin dans un rayon d'autant plus étendu que l'intensité du courant employé est plus considérable.

Ce qui différencie les effets de la coagulation diathermique aboutissant à l'escarrification des régions traversées de ceux obtenus par les autres procédés d'escarrification, tels que le thermocautère et le galvanocautère, c'est que les premiers sont produits par une électrode qui *reste froide*, les tissus traversés subissent seuls l'élévation de température qui amène leur destruction à une profondeur plus ou moins grande suivant l'intensité du courant employé tandis que les seconds sont dus à l'*élévation de température du métal* qui est mis en contact avec les tissus. Or, comme les tissus sont mauvais conducteurs de la chaleur, la destruction par coagulation thermique est très restreinte avec les thermo et galvano-cautères, tandis que la *diathermo-coagulation s'étend plus loin que le point touché*, aussi loin de ce point qu'on le veut, par un simple réglage d'intensité. Il en est de même des cryocautères, tels que la neige carbonique : qu'on le veuille ou non, il y a une impossibilité physique à la pénétration de la coagulation dans la profondeur des tissus. En outre,

Digitized by Google

aussi bien pour les cautères chauds que pour les cautères froids, le médecin n'a pas de moyens de mesure lui permettant de graduer les effets d'escarrification recherchés, contrairement à l'emploi de la diathermie qui permet de connaître toutes les données utiles pour obtenir un effet déterminé ou pour effectuer le traitement d'une affection donnée.

Enfin, la diathermo - coagulation est d'une efficacité et d'une rapidité qui la placent bien avant les autres modes de destruction des tissus.

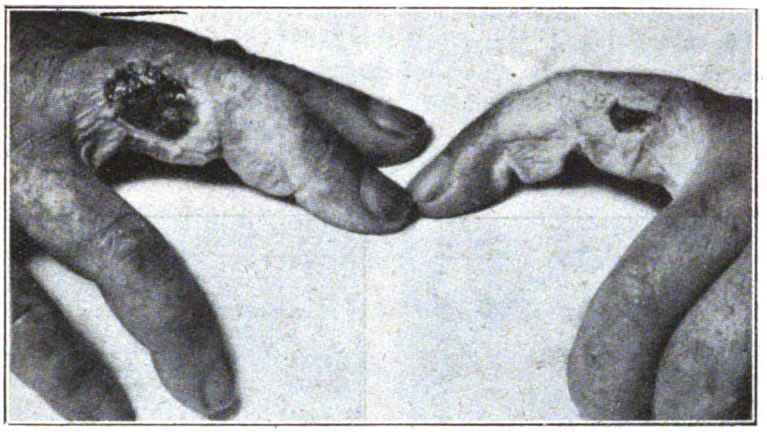


Fig. 14. — Deux cancers chez un radiologiste avant la diathermo-coagulation.

Je ne mentionnerai ici que quelques affections pouvant être guéries par ce traitement.

Dans les *lupus* — érythémateux et tuberculeux — la diathermo-coagulation rend les plus grands services.

Beaucoup de *cancers cutanés*, de *cancroïdes*, d'*épithéliomas* peuvent être guéris par la diathermo - coagulation.

La supériorité de la diathermie s'affirme dans les *cas de cancers* peu radiosensibles et où la radiothérapie échoue souvent. Le grand avantage de la destruction diathermique sur les radio et radiumthérapies, c'est l'absence de période latente; dès que la coagulation diathermique a été faite, les cellules ainsi détruites ne font pour ainsi dire plus partie de l'organisme. Après la radiothérapie, au contraire, il y a une résorption des débris cellulaires provenant du cancer irradié et qui, d'après Rubens-Duval, pourrait être la cause des récidives par inhibition des réactions de défense d'un organisme intoxiqué par cette résoprtion.

Dans les cancers des radiologistes, le traitement par la diathermo-coagulation donne des résultats remarquables ; celle-ci guérit non seulement les îlots épithéliomateux, mais aussi l'ulcération, qui doit être soumise à une action rapide et peu profonde de la diathermie. J'ai eu l'occasion de traiter plusieurs radiologistes avec le plus grand succès et sans trace de récidive (1).

Les *cancers de la langue et de l'amygdale* peuvent être traités avec le plus grand profit par la diathermo-coagulation. Ce traitement demande la collaboration d'un chirurgien avec le médecin diathermiste ; j'ai pu ainsi traiter plusieurs cas de cancer de la langue avec un grand succès.

Dans les *cancers du sein*, l'emploi de la diathermo-coagulation combinée avec la chirurgie étant le meilleur moyen d'empêcher la récidive, nous a donné des résultats durables.

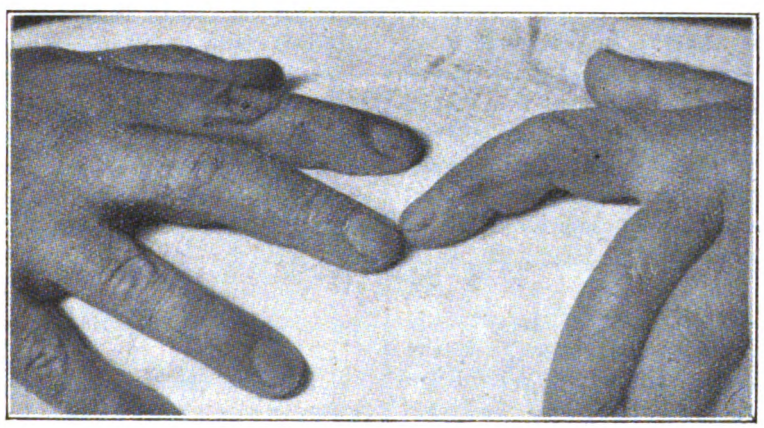


Fig. 15. — Un mois et demi après le traitement.

2° *Diathermie médicale.* — Il me reste à parler des applications d'ordre médical de la diathermie qui constituent ce qu'on peut appeler la *d'arsonvalisation diathermique* ; j'ai proposé cette appellation pour rendre hommage au savant biologiste à qui nous devons la découverte des courants de haute fréquence.

La d'arsonvalisation diathermique s'applique au moyen de larges électrodes en étain, de surface différente suivant les cas que l'on a à traiter. Les séances doivent être d'une longue durée en général et nécessitent une forte intensité.

(1) Voir *Bulletin de l'Académie de médecine*, séance du 9 mai 1922, et *Presse médicale* 16 décembre 1922, et mon livre, 4e édition, p. 300 et suivantes.

Digitized by Google

Je ne puis que mentionner dans cet article le nom de quelques affections justiciables de la diathermie. Dans l'*hypertension artérielle*, les résultats sont vraiment remarquables.

Les *névralgies* constituent un vaste champ pour la d'arsonvalisation diathermique : la névralgie *sciatique* peut être guérie en très peu de temps lorsqu'elle est soignée au début. Dans le *tic douloureux* de la face, les résultats obtenus sont très encourageants.

Les *hypothermies*, soit locales, soit générales, constituent l'une des plus intéressantes applications de la diathermie.

Dans la *paralysie infantile*, la diathermie combinée à la radiothérapie médullaire (méthode de Bordier) doit constituer le traitement à appliquer *dès que la période fébrile est passée*. En opérant ainsi, on peut espérer guérir les petits malades qui — il n'y a pas encore bien longtemps — étaient destinés à rester infirmes toute leur vie malgré les appareils orthopédiques qu'on ne manquait pas de leur prescrire !

Beaucoup d'*affections de l'estomac* relèvent de la diathermie et c'est une des applications médicales qui donneront de grandes satisfactions, à condition que la technique diathermothérapique soit bien respectée. Sous l'influence de la diathermie, le chimisme stomacal est fortement influencé ; il en est de même de la motilité de l'estomac et aussi de la nutrition de l'organe dont les sécrétions deviennent normales, ainsi qu'il résulte des analyses de Setzu. Il n'est pas douteux que les oscillations électriques de haute fréquence agissent aussi sur le grand sympathique des malades ainsi traités. Le médecin a donc une arme très puissante, très efficace dans tous les troubles gastriques, aussi bien dans les cas d'hypochlorhydrie que d'hyperchlorhydrie.

Dans les *appendicites chroniques*, dans les *adhérences péritonéales*, dans les *réactions douloureuses de la vésicule biliaire*, la diathermie donne des résultats remarquables.

Le *rhumatisme chronique* et les *affections articulaires* bénéficient du traitement diathermique ; c'est même pour ces affections-là qu'on a commencé à appliquer la diathermothérapie. C'est aussi le meilleur traitement de l'*hydarthrose*.

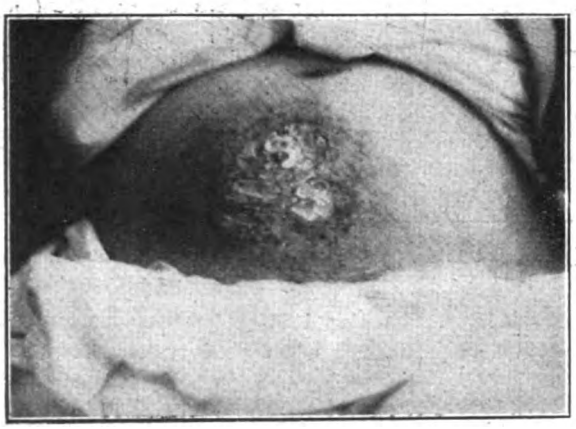


Fig. 16. — Radiodermite ulcéreuse. État avant le traitement.

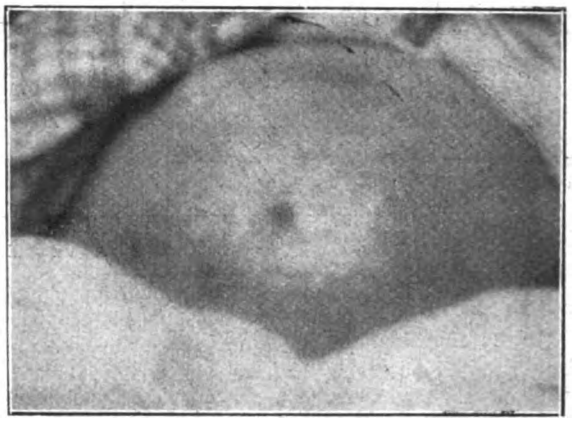


Fig. 17. — Trois mois après le début du traitement.

Les oscillations électriques ont une action manifeste sur les *glandes endocrines* (1), sur l'ovaire et la glande thyroïdienne en particulier.

L'action de la diathermie sur la nutrition des tissus traversés par les oscillations de haute fréquence est tellement marquée que c'est à ces oscillations qu'il faut avoir recours si l'on veut amener rapidement la cicatrisation des *plaies atones*, telles que les *ulcères variqueux* et les ulcérations de différente nature.

Conclusion.

Par l'exposé rapide qu'on vient de lire, on voit que la diathermie constitue une arme thérapeutique puissante et très variée dans ses effets : elle fournit des ressources précieuses et de la plus haute importance, tant en chirurgie qu'en médecine. Le mérite de cette nouvelle acquisition en revient au plus illustre électro-biologiste, dont la science et la médecine française doivent à bon droit s'enorgueillir : d'Arsonval.

(1) *C. R. Acad. des Sciences*, 12 mars 1923.

Digitized by Google

L'Industrie du Froid et ses principales applications (II) [1]

PAR

M. DOLLIN

Ancien élève de l'École polytechnique.

III. — Principales applications du froid industriel.

Le froid industriel a de très nombreuses applications : conservation des denrées alimentaires, fabrication de la glace, brasserie, laiterie, parfumerie, métallurgie, travaux de mines, etc. Nous nous bornerons à examiner rapidement les plus importantes.

A. *La conservation des denrées alimentaires par le froid.* — C'est la plus importante des applications du froid industriel. « C'est à la science française qu'appartient tout entier l'honneur d'avoir découvert et préconisé l'emploi du froid artificiel pour la conservation et le transport à de longues distances des viandes et autres produits nécessaires à l'alimentation (2). »

La congélation brutale était connue depuis longtemp et pratiquée en Russie et dans les pays du nord pour conserver pendant l'hiver la viande et le poisson. Mais il y a loin de ce fait à l'application méthodique du froid telle qu'elle a été réalisée par notre compatriote Charles Tellier entre 1860 et 1880, puis développée et perfectionnée depuis cette époque.

Nous allons voir comment on applique le froid à la conservation de quelques denrées :

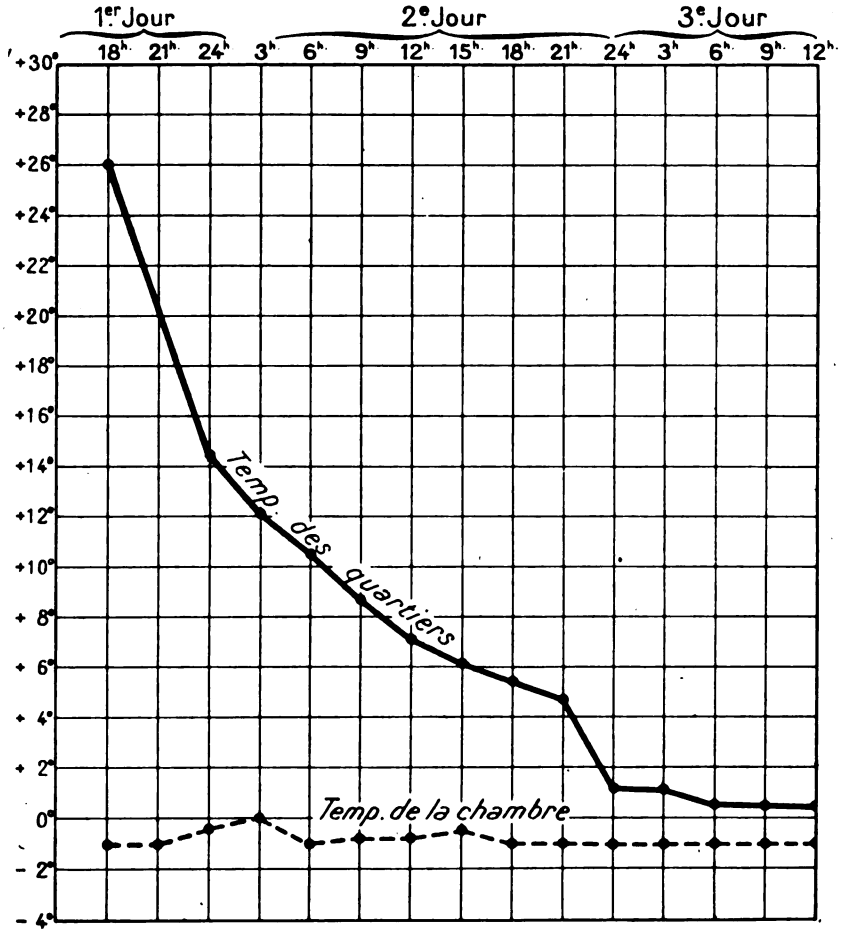


Fig. 1. — Refroidissement des quartiers de viande (d'après Piettre).

1° VIANDE. — La viande peut être conservée sous deux formes : viande réfrigérée, viande congelée.

a. *Viande réfrigérée.* — La viande est soumise à une température voisine de 0° dans des locaux où l'air est en même temps refroidi et desséché.

La température peut varier de — 2° à + 3°. La durée de conservation est d'environ trois semaines. Cette viande conserve les propriétés physiques (couleur, aspect, consistance), chimiques et nutritives de la viande fraîche.

Les qualités de la viande sont même améliorées par la réfrigération à l'air sec. La chair d'un animal récemment abattu est dure et coriace, mais après quelques heures de séjour dans la chambre froide elle devient plus tendre, plus

(1) Voir le numéro précédent de *la Science Moderne.*

(2) Pierre BERGÈS, professeur à l'Institut supérieur agronomique et vétérinaire de Buenos-Ayres.

Digitized by Google

agréable au goût ; les bouchers disent qu'elle est « rassise ».

Ce procédé de conservation ne réussit d'ailleurs qu'avec les viandes saines ; les viandes provenant d'animaux malsains restent molles, prennent une teinte foncée et s'altèrent rapidement à la sortie des chambres froides.

En résumé, la réfrigération donne une viande saine, hygiénique, rassise, digestible et d'excellente qualité.

b. *Viande congelée.* — La viande congelée est obtenue à température plus basse que la viande réfrigérée et elle est transformée dans toute sa masse en un bloc solide. La congélation de la viande peut être lente ou rapide.

Dans le cas de la congélation lente la viande est maintenue à une température de — 5° à — 6° pendant une douzaine de jours.

Dans le cas de la congélation rapide la viande est maintenue pendant trois jours à une température de — 15° à — 20°.

La durée de congélation dépend évidemment de la température des chambres et de l'importance des pièces à congeler. Les quartiers de viande à congeler sont suspendus dans un courant d'air sec et froid.

Après congélation, les quartiers de viande sont revêtus d'une enveloppe de cotonnade et conservés en vrac dans des chambres froides à la température de — 5° à — 6°. Pour le transport ils sont en outre enveloppés d'une toile d'emballage.

La durée de conservation de la viande congelée est normalement de six mois. Pendant cette période elle a toutes les qualités de la viande fraîche ; il se produit simplement une légère dessiccation qui entraîne une perte de poids de 5 à 6 p 100. Pour utiliser cette viande il faut la décongeler dans un courant d'air sec et effectuer lentement cette opération. Si l'on n'a pas d'installation spéciale on suspend les pièces à décongeler dans un local aéré, de manière à éviter tout contact entre elles et à assurer la circulation de l'air autour de ces pièces. Les quartiers doivent être munis de leurs enveloppes protectrices pour éviter tout dépôt de vapeur d'eau sur la viande. La décongélation ainsi pratiquée demande de deux à quatre jours Il ne faut pas chercher à l'accélérer, car il s'échapperait du suc musculaire dont la perte diminuerait la qualité de la viande (voir graphique ci-dessous).

La viande décongelée est un peu moins ferme que la viande ordinaire rassise, ses coupes musculaires sont d'un rouge foncé, mais sur une coupe fraîchement exécutée on retrouve les couleurs de la viande fraîche dont elle a l'odeur et le goût.

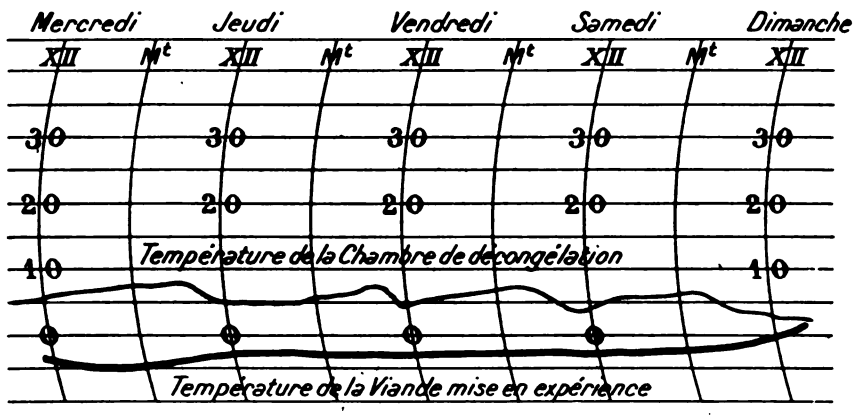


Fig. 2. — Décongélation de la viande (Blanchet).

2° Poisson. — De même que la viande, le poisson peut être réfrigéré ou congelé.

La réfrigération du poisson s'effectue par contact du poisson avec de la glace finement broyée. Les poissons à traiter sont mis dans des caisses et séparés les uns des autres par de la glace. Les caisses sont ensuite placées dans la chambre de réfrigération dont la température est maintenue à 1 ou 2° au-dessous de zéro pour empêcher la fusion de la glace. Les caisses peuvent rester de dix à quinze jours dans la chambre froide ; pour un séjour plus prolongé il faut congeler le poisson.

Il existe de nombreuses méthodes de congélation du poisson ; elles peuvent se répartir en deux classes : congelation à l'air, congélation en saumure.

Dans la congélation à l'air le poisson est placé dans des chambres refroidies à une température de — 25° à — 30° et dans lesquelles il peut être congelé en un jour.

La congélation en saumure est beaucoup plus rapide que la congélation à l'air libre. Elle peut s'effectuer en deux ou trois heures en employant une saumure refroidie à une température de — 17° à — 18°. Dans le procédé Piqué et le procédé Otteser le poisson est plongé directement dans la saumure ; dans le procédé Petersen il est placé dans des mouleaux immergés dans la saumure ; dans le procédé Taylor il est congelé sous une pluie de saumure.

Le poisson congelé à l'air ou en saumure est enrobé d'une mince couche de glace avant d'être placé dans la chambre de conservation. Cette enve-

Digitized by Google

loppe de glace — obtenue en plongeant le poisson congelé dans un bain d'eau glacée — a pour but d'empêcher la dessiccation du poisson pendant son séjour dans la chambre froide.

Le poisson ainsi préparé peut se conserver pendant dix à douze mois, si l'on a soin de renouveler l'enveloppe de glace tous les deux ou trois mois ; mais les usines frigorifiques le vendent généralement après deux ou trois mois d'entreposage.

Le poisson congelé est très apprécié aux Etats-Unis où se trouvent de nombreux frigorifiques de pêche ; il ne jouit pas de la même faveur en France où sa consommation n'est pas assez développée, ce qui est regrettable au point de vue économique.

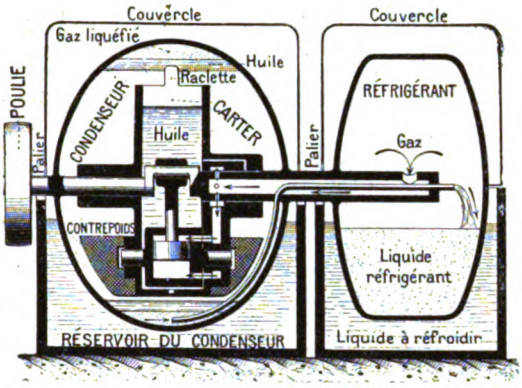


Fig. 3. — Coupe schématique du frigorigène Audiffren Singrün.

3° FRUITS. — Le froid donne d'excellents résultats pour la conservation des fruits de consommation courante : la pomme peut se conserver de huit à neuf mois, la poire deux à trois mois, certaines variétés peuvent même se conserver plus de six mois. Les pêches se conservent de trente à quarante jours, mais il est bon d'attendre qu'elles soient sorties depuis quelques jours de la chambre froide pour les consommer, de manière que les ferments qui leur donnent leur saveur et leur parfum reprennent leur activité suspendue par le froid. On conserve également par le froid les oranges, les citrons, les bananes, les raisins.

En général les fruits qui doivent être conservés par le froid sont mis dans les chambre froides avant leur complète maturité ; il faut qu'ils ne soient ni trop mûrs, ni trop verts.

Quant aux températures des chambres elles sont très variables ainsi que le montre le tableau ci-dessus.

Pommes.	—	1° à + 1 °.	Cerises, fraîses	—	1° à + 1°.
Poires...		0° à + 2°.	Abricots ...	+	2° à + 8°.
Pêches..		0° à + 2°.	Prunes	+	2° à + 5°.
Oranges.	+	2° à + 3°.	Citrons	+	2° à + 5°.
Bananes.	+	10° à + 12°.			

4° ŒUFS. — Les œufs conservés par le froid peuvent être mangés à la coque au bout de trois à quatre mois. Ils doivent être soigneusement triés avant d'être mis dans les chambres froides, car un œuf altéré pourrait contaminer ses voisins. Le meilleur procédé pour les trier est de les soumettre au mirage. On les place ensuite dans des caisses à claires-voies installées dans les chambres froides à une température de 0° à — 2°.

Les œufs à conserver doivent être recueillis de préférence au printemps et mis en chambre froide quatre ou cinq jours après la ponte.

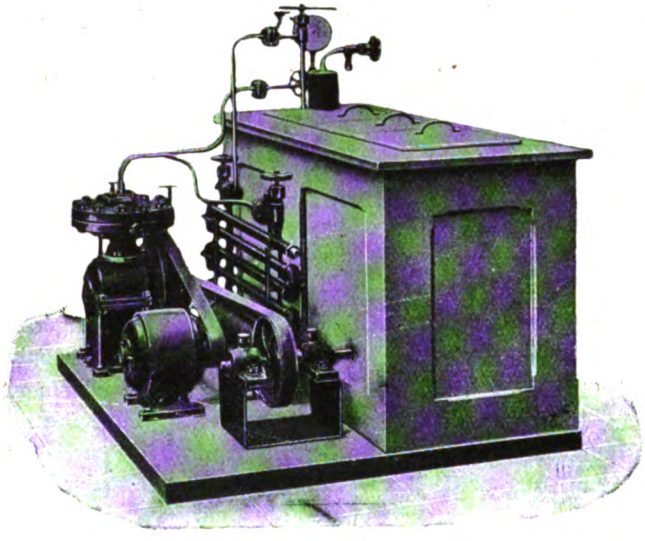


Fig. 4. — Petit groupe fabrique de glace, montrant réunis tous les organes d'une machine frigorifique à compresseur (Corblin), condenseur, hélice d'agitation, serpentin (dans le bac).

5° BEURRE. — Le beurre se conserve en mottes dans des chambres refroidies à une température de + 1° à + 3°, s'il doit être consommé dans un délai relativement court, et à une température de — 6° s'il doit être gardé plus longtemps.

***

Le froid est appliqué à la conservation de la plupart des denrées périssables : volaille, gibier, légumes frais, etc. Il est également employé à la conservation des oignons à fleurs et des fleurs coupées.

***

B. *Fabrication de la glace.* — Dans les fabriques de glace le froid produit par l'évaporateur est

Digitized by Google

employé au refroidissement d'une saumure à la température de — 5° environ. Cette saumure est contenue dans le bac à glace dans lequel plongent des mouleaux remplis d'eau pure. Les mouleaux ont généralement une section rectangulaire qui diminue progressivement depuis l'ouverture jusqu'au fond. Ils sont disposés par rangées et soutenus par des barres métalliques prenant appui sur les bords du bac à glace.

Comme ils sont immergés dans une saumure à — 5° l'eau qu'ils contiennent se refroidit et se congèle. La congélation commence au contact des parois des mouleaux et se propage vers leur centre.

Quand la congélation est terminée on sort les mouleaux de la saumure et on les transporte dans une cuve de démoulage contenant de l'eau à une température de 35 à 40°. Au bout de quelques minutes la glace se décolle des parois des mouleaux. A ce moment on retire ceux-ci du bac de démoulage et on les fait basculer ; les blocs de glace sortent alors de leurs enveloppes.

Les mouleaux vides sont remplis à nouveau d'eau à congeler et l'opération recommence.

La glace peut être opaque ou transparente.

La glace opaque est obtenue par la congélation simple de l'eau, c'est-à-dire de l'eau qui n'a été ni distillée, ni agitée. L'opacité de la glace provient de l'air ainsi que des sels et impuretés contenus dans l'eau à congeler.

Pour obtenir la glace transparente le procédé le plus simple consiste à agiter l'eau pendant la congélation si elle n'est pas trop calcaire. A cet effet on introduit dans chaque mouleau une baguette à laquelle un mécanisme spécial donne un mouvement de va-et-vient. Ce mouvement chasse l'air de l'eau et concentre les impuretés et les sels au centre du mouleau. La baguette est retirée avant la congélation complète. Les sels et les impuretés étant concentrés au centre du mouleau, le noyau du pain de glace sera opaque, à moins qu'on ne vide l'eau du centre du mouleau pour la remplacer par de l'eau distillée.

Pour obtenir la glace transparente par agitation de l'eau il faut que la congélation soit suffisamment lente. Il faut des mouleaux contenant au moins 25 kilogrammes de glace ; les mouleaux plus petits s'emploient pour la glace opaque.

Pour obtenir de la glace absolument transparente ou cristalline il faut employer de l'eau distillée absolument privée d'air et refroidie.

En Amérique, on fabrique de la glace transparente en congelant l'eau très lentement. On obtient la glace sous forme de grandes plaques pesant une tonne et quelquefois plus et nécessitant une durée de congélation de six à huit jours.

C. *Emploi du froid en brasserie.* — Dans l'industrie de la brasserie le froid est employé pour maintenir à une température de 0°,5 à 2° les caves où l'on conserve la bière (caves de garde) et à une température de + 4° à + 5° les caves de fermentation (fermentation basse).

En outre il est utilisé pour refroidir la bière en fermentation et le moût qui sert à la préparation de la bière. Ce moût qui est préparé par le brassage du malt dans de l'eau à 75° est ensuite mélangé de houblon, puis porté à l'ébullition et doit être refroidi rapidement à la température de fermentation (4° à 5° pour la fermentation basse, 12° à 20° pour la fermentation haute). Pour refroidir les caves on fait circuler dans des tuyaux scellés au plafond de ces caves, soit le fluide frigorigène, soit de la saumure refroidie. Dans certaines brasseries les caves sont refroidies par circulation d'air refroidi lui-même au moyen d'un frigorifère.

Le refroidissement de la bière pendant la fermentation s'obtient en faisant circuler de l'eau glacée dans des serpentins plongés dans les cuves de fermentation. En réglant convenablement la circulation de l'eau on arrive à maintenir la température de la bière à 6° environ.

Le refroidissement du moût n'a pas seulement pour but d'atteindre la température de fermentation ; le contact de l'air est indispensable pour obtenir une bière claire, de saveur agréable, et une fermentation régulière. Le refroidissement est commencé dans des grands bacs ouverts à l'air libre ou dans des bacs fermés traversés par un courant d'air filtré.

Ensuite le moût passe dans un réfrigérant à ruissellement dont le type le plus courant est l'appareil Baudelot. Ce réfrigérant comprend une série de tubes horizontaux en cuivre placés les uns au-dessus des autres et réunis entre eux de manière à être parcourus par de l'eau glacée. Un bac distributeur est placé à la partie supérieure, il est percé de trous qui laissent écouler le moût sur les deux faces de l'appareil.

Le moût ruisselle de haut en bas et est recueilli dans un bac d'où il s'écoule dans les cuves de fermentation.

Tandis que le moût circule de haut en bas, l'eau refroidie circule de bas en haut pour faciliter les échanges de chaleur.

Quand le moût doit subir la fermentation haute (12 à 20°), il suffit de le refroidir avec de l'eau de puits ordinaire ; quand il doit subir la fermentation basse (4 à 5°) l'appareil Baudelot comprend deux parties : à la partie supérieure circule de l'eau froide ordinaire, à la partie inférieure de l'eau glacée ou de la saumure refroidie. L'eau glacée est préfé-

Digitized by Google

rable, ses fuites présentant moins d'inconvénients pour la bière que les fuites de saumure. Ces réfrigérants sont dits *réfrigérants à deux eaux.*

Dans les brasseries le froid est encore utilisé pour la conservation du houblon dans des chambres refroidies à une température de 0° à 2° et dans lesquelles l'air est souvent renouvelé.

***

PUISSANCES FRIGORIFIQUES NÉCESSAIRES. — PRIX DE REVIENT.

a. *Viande congelée.* — Pour congeler un kilogramme de viande il faut compter de 110 à 120 frigories, compte tenu des pertes de froid par les parois, par l'ouverture des portes, etc.

En raison des variations économiques à notre époque il est difficile de fixer un prix de revient, mais on peut évaluer la quantité de charbon nécessaire au fonctionnement des compresseurs, si ceux-ci sont commandés par des machines à vapeur, ou la puissance électrique, s'ils sont commandés par des moteurs électriques ; on en déduira la dépense d'après les prix de la tonne de charbon ou du kilowatt-heure électrique. Dans le cas de la congélation lente on peut compter brûler une tonne de charbon pour assurer la congélation de dix tonnes de viande.

Dans le cas de la congélation rapide, les frigories sont produites à température plus basse et leur prix de revient est plus élevé ; avec une tonne de charbon on ne pourra plus congeler que 6 tonnes de viande.

En employant l'énergie électrique, on peut compter 40 kilowatts-heure par tonne dans le cas de la congélation lente et 70 kilowatts-heures par tonne dans le cas de la congélation rapide.

b. *Glace.* — La durée de la congélation de la glace est de 12 heures pour les blocs de 15 kilogrammes, de 19 à 22 heures pour les blocs de 25 kilogrammes, de 40 heures pour les blocs de 50 kilogrammes. La quantité de froid nécessaire est de 120 à 130 frigories par kilogramme.

Avec une tonne de charbon on peut fabriquer de 10 à 15 tonnes de glace.

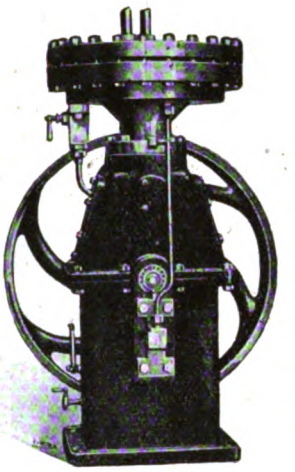


Fig. 5. — Vue extérieure d'un compresseur à membrane pour l'industrie frigorifique, fonctionnant à l'ammoniac (Corblin).

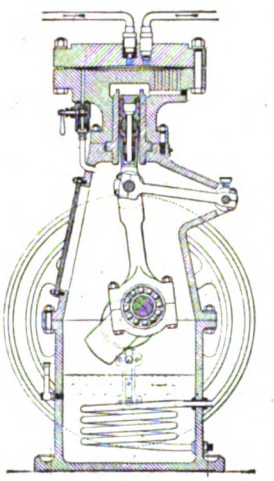


Fig. 6. — Vue en coupe d'un compresseur à membrane Corblin fonctionnant à l'anhydride carbonique.

c. *Bière.* — Dans la fabrication de la bière on peut compter pour la puissance frigorifique environ 9.000 frigories par hectolitre.

Avec une tonne de charbon on pourra produire le froid nécessaire à la fabrication d'environ 150 hectolitres de bière.

***

Nous nous bornerons à ce rapide exposé de quelques-unes des principales industries utilisant le froid et nous terminerons par quelques remarques sur l'importance économique de la conservation des denrées par le froid.

Cette méthode de conservation permet d'assurer une meilleure répartition des denrées dans le temps et dans l'espace. La conservation des fruits permet au producteur et au vendeur de répartir leurs livraisons sur plusieurs mois, au consommateur de se procurer, même à l'arrière-saison, des fruits bien conservés et à des prix abordables. Il en est ainsi pour tous les produits dont la récolte est irrégulière : ils sont conservés au moment où ils sont en abondance pour être mis sur le marché quand ils se raréfient.

Mais il reste encore beaucoup à faire en France dans cette voie. Si, par exemple, il existait chez nous, comme chez les Américains, de nombreux frigorifiques de pêche, l'excédent de poisson pêché aux époques d'abondance pourrait être utilisé pour alimenter les marchés de l'intérieur aux époques de disette. Il en résulterait une régularisation du commerce du poisson, un développement plus considérable de la pêche dont les produits ne risqueraient pas de se corrompre et finalement une diminution des prix.

D'autre part, les produits des frigorifiques de pêche pourraient alimenter les usines de conserve qui seraient ainsi assurées d'un fonctionnement régulier. Il serait également désirable d'annexer à chaque abattoir important un établissement frigorifique pour conserver la viande aussi bien en été qu'en hiver. On pourrait ainsi profiter d'une baisse des cours pour mettre de la viande en réserve dans les chambres froides et il ne

Digitized by Google

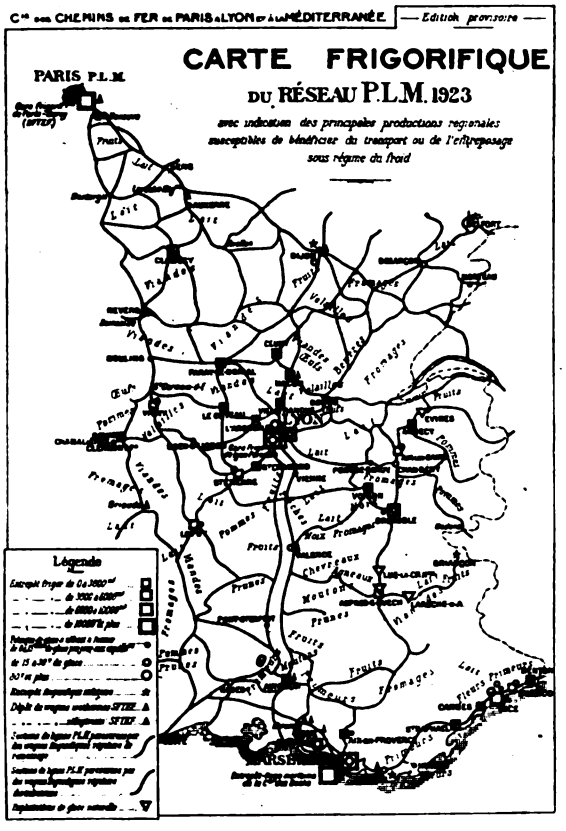


Fig. 7. — Carte du réseau P. L. M.

jouissaient d'une plus grande faveur auprès du public.

Il existe malheureusement contre eux certaines préventions tout à fait injustifiées, qu'il y a lieu de combattre énergiquement. Le meilleur moyen est peut-être de les faire mieux connaître et de montrer qu'ils sont consommés en très grandes quantités en Angleterre et en Amérique et que par conséquent ils y sont appréciés. Ils le seront également en France quand les consommateurs auront bien compris qu'ils ont intérêt à en faire usage.

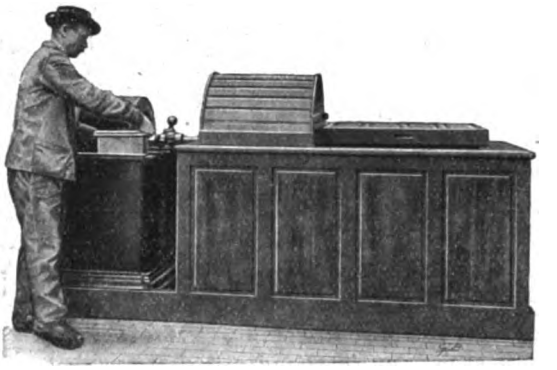


Fig. 8. — Machine à glace Audiffren-Singrün de la Société d'Applications frigorifiques.

serait pas nécessaire de réaliser les approvisionnements au jour le jour.

Le froid donne donc la possibilité d'utiliser dans les meilleures conditions les denrées alimentaires. Il a un autre rôle important : c'est de permettre de les ménager grâce à l'importation des produits étrangers. Il devrait être un remède à la vie chère si les produits congelés, en particulier la viande et le poisson,

Nous donnons ci-contre une carte des voies parcourues sur le réseau P. L. M. par les marchandises frigorifiées, qui ne redoutent plus ainsi les plus longs parcours. Les wagons (peints en blanc pour éviter les échanges de température avec l'air extérieur) sont pourvus d'installations diverses qu'il faudrait une étude spéciale pour passer en revue.

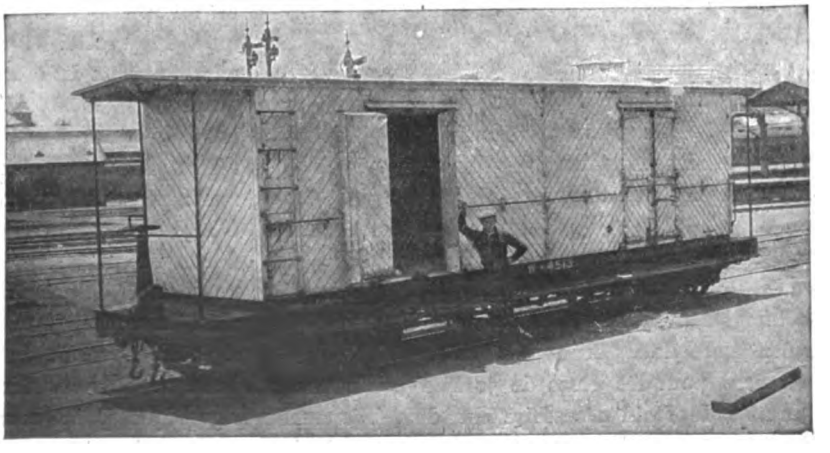


Fig. 9. — Wagon frigorifique.

Digitized by Google

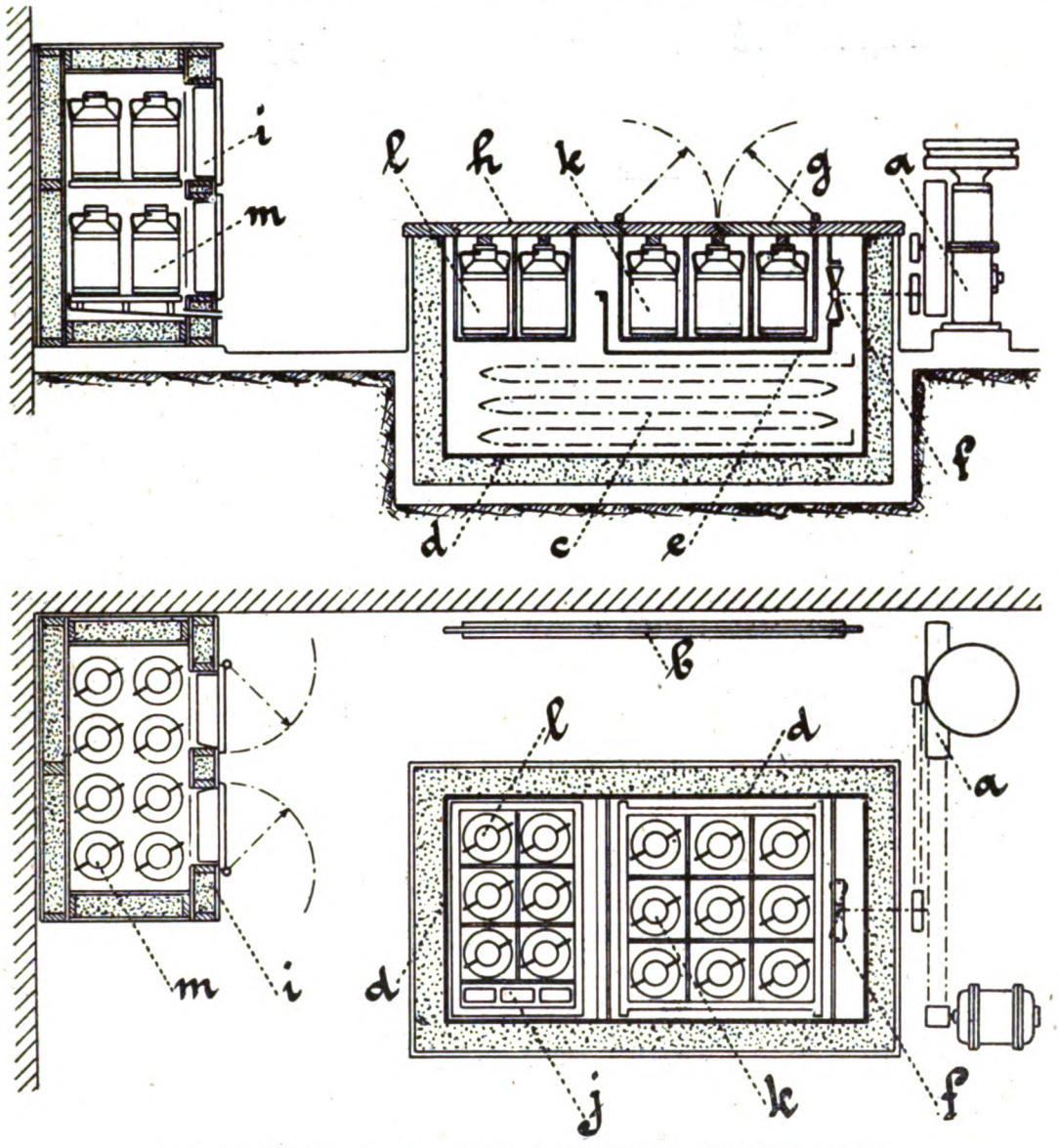


Fig. 10. — Refroidissement et congélation du lait. Brevets Corblin. (Cliché Corblin.)

a. Compresseur à membrane Corblin.
b. Condenseur contre-courant.
c. Serpentin évaporateur.
d. Bac à saumure.
e. Cloison de circulation.
f. Hélice d'agitation de saumure.
g. Couvercle du bac (pots *k*).
h. Couvercle du bac (pots *l*).
i. Armoire isolée pour pots *m*.
j. Mouleaux à glace.
k. Pots à lait en cours de congélation d'une enveloppe de lait.
l. Pots à lait prêts à recevoir une traite dans une enveloppe congelée.
m. Pots à lait en armoire, en attente de l'expédition.

La gravure ci-dessus représente une installation frigorifique Corblin pour refroidissement rapide et congélation du lait sur les parois des bidons.

Cette méthode assure au lait contenu dans les récipients le maintien d'une très basse température pendant un temps assez prolongé pour permettre les longs transports et la bonne conservation chez les détaillants et les particuliers. Toutefois la congélation du lait n'était pas employée jusqu'à présent parce que les éléments constituants — et en particulier la matière grasse — se séparaient.

Ici, on congèle dans une saumure très froide, sur une faible épaisseur et dans un temps suffisamment court pour que la couche de lait congelé reste de composition homogène. Cette méthode est fort simple, puisqu'elle ne nécessite aucun appareil spécial tels que : pompe, réfrigérant ondulé, bac, etc. Il suffit de plonger le bidon dans le liquide maintenu à très basse température et de le retirer une vingtaine de minutes après son immersion.

Bibliographie. — D'assez nombreux ouvrages existent consacrés à l'industrie frigorifique en général. Parmi ceux qui se limitent au sujet traité ici (l'emploi du froid dans la conservation des denrées), citons parmi les plus récents le *Manuel du fabricant de conserves*, de RAY, chapitre IV, celui du *Laitier-crémier* de A. CORVEZ (ces deux ouvrages faisant partie de la *Bibliothèque professionnelle*), et pour l'application du froid à la conservation de la viande celui de M. BIDAULT dans la *Collection des Grandes Encyclopédies* J. B. BAILLIÈRE. Enfin un important article de M. A. MONVOISIN, paru dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* de juillet-août 1927, p. 902-931, résumé de son livre *La conservation par le froid des denrées périssables*.

Digitized by Google

Après le retour de Costes et Le Brix

PAR

M. LECOINTE

Ingénieur au corps de l'Aéronautique.

Chaque année, le début de la belle saison ramène dans la Presse une éclosion de chroniques sensationnelles, où sont analysés et commentés, avec les détails de rigueur, les préparatifs des prochains grands raids, puis les étapes successives de leur réalisation. Le lecteur, peu familiarisé avec les problèmes aéronautiques, se trouve, de gré ou de force, transporté dans un monde qu'il ignore et fort embarrassé de se faire une opinion raisonnable sur des faits lions il ne saisit qu'imparfaitement la portée.

Il faut convenir en effet qu'en dépit, et peut-être à cause de la surabondance des informations qu'on lui présente, l'opinion publique est en général fort mal renseignée. Tout d'abord, en ce qui concerne les résultats eux-mêmes, il est fait état, trop souvent, d'une géographie fantaisiste, et de chiffres erronés, publiés sans vérification, ni confirmation officielles. S'il s'agit de porter des jugements d'ensemble, ce manque de prudence est plus regrettable encore et conduit à des généralisations hâtives et fort dangereuses : tel rédacteur enthousiaste proclame qu'on pourra *demain* se rendre *aisément* de France au Japon en moins de dix jours ; tel autre, fauteur de découragement, énumère les échecs successifs et les catastrophes accumulées sur un même parcours, crie à l'inutilité d'un tel héroïsme, et somme les pouvoirs publics d'intervenir, pour mettre fin à l'hécatombe des victimes.

Une fois de plus, c'est à égale distance des extrêmes qu'il faut rechercher la vérité, et nous nous proposons ici d'indiquer pour quelles raisons essentielles. Nous allons, en particulier, analyser brièvement les principales performances accomplies depuis le début de l'année 1927, et préciser leurs caractéristiques techniques, en nous bornant aux données indispensables: cet examen doit faire ressortir, aux yeux du public le moins prévenu, pourquoi certains raids aériens sont nécessaires, et quels sont les enseignements qu'on en peut tirer. En d'autres termes, et suivant une expression devenue classique, nous allons essayer de « faire le point ».

***

Au point de vue aéronautique, l'année 1927 fut et restera incontestablement celle de l'Atlantique et de Lindbergh. Pourtant, on commettrait une erreur grave, en voulant mesurer toutes les performances à l'échelle de cet exploit formidable, et en disant pour chacune d'elles que, somme toute, « Lindbergh a fait mieux. » Une foule de résultats intéressants ont été en effet obtenus, mais fort différents les uns des autres, et dont l'importance dépend précisément du but que l'on s'était primitivement proposé. Il est donc indispensable de tenter une classification des raids par catégories, qui, même assez arbitraire, nous permettra cependant de mettre un peu d'ordre dans les problèmes à résoudre.

Et d'abord, qu'est-ce qu'un raid? Le dictionnaire Larousse nous répond : « C'est une incursion *rapide* exécutée en territoire ennemi par une troupe. » Et il ajoute : « En langage sportif, c'est une longue excursion de cavaliers, destinée à montrer *l'endurance* des hommes et des chevaux. »

Nous voyons déjà apparaître dans ces définitions deux aspects essentiels de la question : la *vitesse* réalisée, d'une part, et l'*endurance* du matériel, ou, ce qui revient à peu près au même sur une longue distance, la *régularité* du parcours. Sans aller jusqu'à dire que ces deux caractères sont incompatibles, ou nettement contradictoires, on peut noter qu'ils correspondent à des qualités d'utilisation de l'avion tout à fait distinctes, d'autant plus que la vitesse, poussée et maintenue constamment au maximum, entraîne toujours une fatigue plus marquée du moteur, source éventuelle de pannes brutales.

A ce point de vue, il semble qu'une confusion complète se soit peu à peu établie, entre le raid véritable, où le problème est en somme de se rendre le plus rapidement possible d'un endroit à un autre (ce qui, bien entendu, n'exclut pas l'endurance), et le voyage d'études, accompli à une vitesse plus réduite, dite « de croisière », et en plusieurs étapes, ayant pour but soit la reconnaissance d'un itinéraire particulier, soit l'examen des conditions de fonctionnement d'une ligne éventuelle, soit l'organisation pratique d'une liaison aérienne entre la métropole et l'une ou plusieurs de ses colonies (ce qui, bien entendu, n'exclut cependant pas la vitesse, qui reste caractéristique propre de l'avion, vis à vis des autres moyens de transport).

Un exemple particulièrement typique de voyage d'études est celui du premier tour du monde aérien

Digitized by Google

réalisé en 1924 par une escadrille américaine d'avions biplaces. Le parcours de 41 084 kilomètres y fut effectué en cent soixante-quinze jours, soit à peu près six mois, mais soixante-six journées seulement furent employées à des vols effectifs ; c'est-à-dire que les réparations et l'entretien du matériel, l'attente de conditions atmosphériques favorables, etc., absorbèrent environ les deux tiers de la durée totale du voyage. Les moyennes réalisées s'établissent à 622 kilomètres par journée de vol, et à 235 kilomètres par journée de voyage. Encore convient-il d'ajouter que sur quatre équipages, deux seulement terminèrent le parcours, et pourtant celui-ci avait été préparé plusieurs mois à l'avance par des équipes spéciales, chargées d'organiser le campement et le ravitaillement à toutes les escales. De plus, la traversée de l'Atlantique et celle du Pacifique, jugées trop aléatoires à hauteur du 45e ou 50e degré de latitude, avaient été remplacées par deux inflexions prononcées du trajet vers les régions boréales, d'une part, par l'Alaska, les îles Aléoutiennes et le Kamtchatka, d'autre part, par l'Islande, le Groënland et le Labrador.

Si l'on fait entrer en ligne de compte les frais considérables qu'entraîne une semblable expédition — naturellement baptisée par toute la presse « raid aérien circumterrestre » — il est certain que son rendement immédiat paraît médiocre. Et elle ne doit être considérée que comme une expérience, d'ailleurs coûteuse, parmi toutes celles qui peuvent contribuer à nous préciser les possibilités actuelles et futures de l'aviation, et l'opportunité d'utiliser la navigation aérienne dans certaines régions du globe.

Pour en revenir à l'année 1927, celle-ci débuta par trois grands voyages transafricains, qui furent de beaux succès pour les ailes françaises, en particulier pour notre hydravion, dont ils marquèrent la renaissante activité. Le but fixé par le Service central de l'aéronautique maritime était de reconnaître une voie maritime et fluviale, comportant les « plans d'eau » nécessaires au décollage et à l'amérissage des hydravions, entre la France et sa colonie de Madagascar.

Ce programme fut rempli de bout en bout par le lieutenant de vaisseau Bernard et l'officier des équipages Bougault, avec l'appareil Lioré-Olivier, moteur Gnôme-Rhône Jupiter 420 CV. Partis de l'étang de Berre le 12 octobre 1926, ils atteignaient Tananarive le 4 décembre ; le 14 janvier 1927, ils revenaient se poser sur la Seine, derrière Longchamp, ayant franchi 28 700 kilomètres, en 95 jours, 46 étapes, et 272 heures de vol. Les moyennes s'établissent à 310 kilomètres par journée de voyage, et à 625 kilomètres par étape. Il est curieux de constater combien ces chiffres sont voisins de ceux que nous avons relevés précédemment, malgré les distances extrêmes de 1 400 kilomètres pour l'étape Berre-Tanger, et 170 kilomètres pour l'étape Assouan-Louqsor.

Nous allons maintenant faire une analyse succincte du parcours, que nous ne saurions trop conseiller à nos lecteurs de suivre sur une carte. Il est en effet indispensable, à quiconque prétend s'intéresser de près ou de loin à l'évolution actuelle de l'Aéronautique, de posséder un atlas, et de le consulter toutes les fois que paraissent les comptes rendus des grands vols. On y gagnera, outre un enseignement facile et attrayant de la simple géographie physique et politique, d'acquérir rapidement des vues d'ensemble extrêmement précieuses sur les principales routes intercontinentales, que nul ne peut plus ignorer aujourd'hui. L'aviation a certainement contribué à raccourcir les distances, mais elle a aussi, au point de vue des échanges, amorcé une profonde modification des voies naturelles d'accès de peuple à peuple en y surajoutant une sorte de réseau spécial, que les cartes seules permettent d'étudier avec profit.

De l'étang de Berre, Bernard gagne Tanger en longeant la côte méditerranéenne espagnole ; il va ensuite atteindre Saint-Louis en suivant la côte africaine de l'Atlantique, avec escale aux îles Canaries (Las Palmas). Ce trajet double en somme celui de la ligne postale Latecoère, qui, desservi par des avions terrestres, comporte des escales aux terrains du Cap Juby et de Villa-Cisneros, dans le Rio de Oro.

De Saint-Louis, l'appareil remonte le fleuve Sénégal jusqu'à Kayes, puis, par une étape terrestre, atteint le Niger à Bamako. Les aviateurs descendent le Niger par Segou, Tombouctou, Gao, jusqu'à Lokodja, et remontent la Bénoué, son affluent, jusqu'à Garoua. Une longue étape terrestre de 580 kilomètres, sans aucun plan d'eau, les mène à Fort-Archambault, où ils touchant le Chari. A partir de Bangui, Bernard atteint le bassin du Congo qu'il va longer jusqu'à Albertville où il aborde la région des grands lacs. Après escale à Fort-Johnston, le voici à Quilimane, à l'embouchure du Zambèze, et sur la côte de l'Océan indien, qu'il suit jusqu'à Mozambique. Enfin, il atteint Majunga après une traversée de 650 kilomètres en pleine mer.

Le voyage de retour se fait par la même voie jusqu'à Albertville, où, changeant de direction, Bernard gagne le lac Victoria par Mouanza et Kisoumou, pour toucher la vallée du Nil à Mongalla. Dès lors, le fleuve sera constamment survolé, par Fachoda, Khartoum, Assouan, Louqsor, jusqu'à Aboukir. Et la traverée de la Méditerranée se fera par La Sude (île de Crête), Argostili (Grèce) et Bizerte,

Digitized by Google

terminée par une splendide traversée de 810 kilomètres entre Bizerte et l'étang de Berre.

Le voyage du capitaine de corvette Guilbaud, bien qu'il constitue par ailleurs un rare exemple de ténacité et d'énergie, ne présente pas, avec le précédent, au point de vue géographique, de différence essentielle. Arrêté près de trois mois à Lokodja, par une avarie de moteur, Guilbaud ne dépassa pas Albertville, et rejoignit Marseille le 9 mars. Son hydravion C. A. M. S., s'était magnifiquement comporté durant cinq mois à travers l'Afrique, restant quatre mois au mouillage, sous le soleil, la pluie et les tornades.

Le commandant Dagnaux, entre le 28 novembre et le 21 janvier, réalisa la liaison Paris-Majunga par avion terrestre Bréguet 19, type de série, moteur Renault 500 CV, malgré un temps épouvantable qui l'immobilisa notamment dix-huit jours dans le centre africain, à Luebo. Son itinéraire passe par Alicante, Oran, puis Colomb-Béchar, d'où il s'élance en direction Nord-Sud, pour atteindre Adrar, et rejoindre la vallée du Niger à Gao. Par Zinder, Dagnaux atteint le lac Tchad à Fort-Lamy, passe ultérieurement à Léopoldville, pour gagner ensuite Mozambique par le Sud-Ouest. Le voyage a une étendue de près de 13 000 kilomètres ; il a comporté une part importante d'exploration aérienne, une grande partie de l'itinéraire n'ayant jamais été survolée par un avion terrestre. On peut noter aussi que ce parcours, ménagé autant que possible sur les possessions françaises, a utilisé principalement, comme terrains préparés, ceux de notre aviation d'Afrique occidentale française, ceux de la Compagnie belge Sabena sur environ 2 000 kilomètres, et enfin ceux du Mozambique portugais.

En résumé, ces trois voyages concrétisent les trois grandes voies aériennes d'accès de l'Europe au centre africain. A l'Ouest, par la côte de l'Atlantique ; à l'est, par la vallée du Nil ; au centre, enfin par l'immense étendue saharienne, qui, désormais explorée en tous sens par l'automobile, et survolée par l'avion, ne peut plus être appelée ni une plaine, ni un désert. Ses ressources, sa topographie, ses massifs montagneux, sont maintenant connus ; un Office du Transsaharien étudie actuellement le programme de réalisation pratique de la ligne ferroviaire, appelée à révolutionner toute l'économie de nos possessions d'Afrique. Et l'on voit déjà quel rôle fécond l'avion est appelé à jouer dans les pays encore neufs, pour aider à les connaître mieux et plus vite, et hâter ainsi la préparation de l'œuvre civilisatrice.

***

« Sans doute, dira-t-on, mais s'il s'agit de pays pourvus de routes, de canaux, de chemins de fer, pourquoi vouloir les survoler à tout prix, et réaliser des exploits que, seuls, des pilotes entraînés et des appareils spéciaux peuvent accomplir? Pourquoi tant de dépenses et tant de risques, pour des raids sans lendemain, sans application pratique? Ce n'est pas parce que Lindbergh a traversé l'Atlantique que nous pouvons songer à nous passer désormais de paquebots pour nous rendre à New-York... Alors? »

Il suffit, pour lever cette objection, d'évoquer simplement la traversée de la Manche, accomplie il y a moins de vingt années, par Blériot ; si nous ouvrons « l'indicateur aérien » de mars 1928, nous y voyons qu'il est possible aujourd'hui, pour 465 francs-papier, de se rendre de Paris à Londres en trois heures et demie, y compris la durée de trajet de la voiture qui conduit du Grand Hôtel à l'aérodrome du Bourget. Deux avions de la Compagnie Air-Union font quotidiennement le voyage dans chaque sens ; la fréquence du service des « Imperial Airways » est identique, c'est-à-dire que huit appareils, au total, effectuent la traversée. Les statistiques des départs et arrivées au Bourget montrent que plusieurs dizaines de voyageurs utilisent chaque jour ce mode de transport, au moins pendant la belle saison. Il est d'ailleurs difficile de dénombrer, parmi les usagers de l'avion, ceux qui voyagent en curieux, véritables touristes aériens, et ceux, industriels et hommes d'affaires, qui recherchent le gain de temps effectif. Mais on peut relever de nombreux cas où l'avion a permis — dans le monde théâtral et dans le monde sportif, par exemple — des déplacements ultra-rapides, qui n'eussent pas été possibles sans lui.

C'est à la lumière de cette comparaison, et en vue d'anticipations analogues, largement justifiées par les réalisations actuelles, qu'il faut examiner les différentes traversées de l'Atlantique, dont nous allons maintenant nous occuper.

(La fin à la prochaine livraison.)

Digitized by Google

Les récentes méthodes d'Impression et les problèmes qu'elles posent à l'Industrie photomécanique

PAR

M. DÉMICHEL

Ingénieur des Arts et Manufactures (ECP.) et Ingénieur-Électricien (ESE.).

L'apparition des machines Offset et des rotatives en taille-douce qui, peu à peu, s'installent à côté des presses typographiques, marque une époque singulièrement intéressante de l'évolution de l'imprimerie.

On sait que les machines *Offset* ou *roto-calco* sont des machines lithographiques sur zinc qui impriment d'abord sur un cylindre revêtu d'un blanchet de caoutchouc puis reportent à chaque tour sur le papier l'encre déposée sur le blanchet. L'élasticité du caoutchouc permet des impressions sur papier à gros grain et même des impressions sur métal.

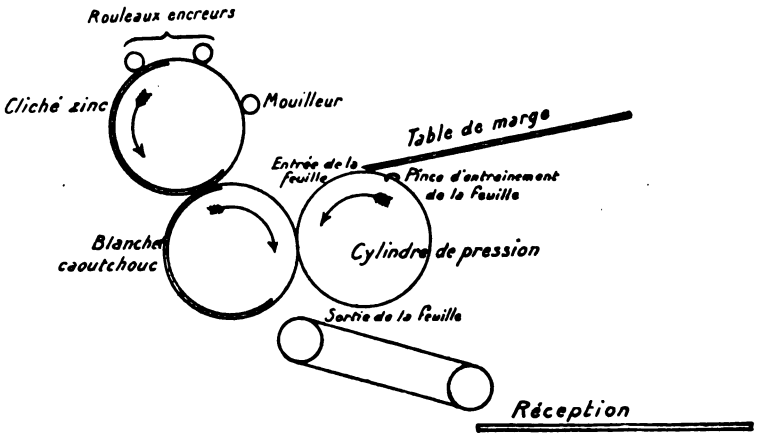


Fig. 1. — Schéma de machine Offset, ou roto-calco.

Les rotatives en taille-douce comportent un cylindre gravé en creux dont la partie inférieure baigne dans de l'encre très liquide. En tournant, la gravure passe sous une raclette d'acier qui essuie sa surface laissant l'encre dans les creux. Ceux-ci sont alvéolés par un cloisonnement quadrillé (1). Les alvéoles jouent le rôle d'encriers microscopiques, les plus creux correspondant aux grands noirs des images. Le papier à imprimer passe entre le cylindre gravé et un cylindre de pression. Ce procédé permet d'obtenir de très belles épreuves imitant les héliogravures. Il ne nécessite pas l'emploi de papiers couchés ou surglacés ; même pour des travaux ordinaires il s'accommode de papiers à pâtes fibreuses qui présentent une bonne résistance mécanique dans des qualités bon marché. Beaucoup de catalogues de grands magasins à présentation soignée, ou de périodiques de demi-luxe ou populaires, sont aujourd'hui illustrés et même imprimés ainsi. L'aspect est mat, velouté et profond, surtout si l'impression a été faite avec une encre à ton chaud.

L'étude de ces machines, Offset ou roto-taille-douce, a été faite bien souvent dans la presse technique, mais surtout du point de vue mécanique. Or, il semble que leur avenir soit lié à la solution de certains problèmes, relatifs à l'établissement des planches de zinc ou des cylindres de cuivre, qui relèvent des industries photomécaniques et sont très peu connus. Ce sont ces problèmes que j'essaierai de présenter en distinguant ceux qui concernent les textes et ceux qui se rapportent aux illustrations.

***

En ce qui concerne les textes, excepté quelques lettres dessinées, comme les noms dans les cartes géographiques ou des écritures de fantaisie, tous les imprimeurs les composent en caractères mobiles. Sauf l'automatisme obtenu par les machines à composer (monotypes, linotypes), aucun progrès essentiel n'a été fait depuis Gutenberg. Les textes imprimés en roto-calco ou en roto-taille-douce doivent d'abord être tirés typographiquement à quelques exem-

(1) Voir *la Science Moderne* d'octobre 1927.

Digitized by Google

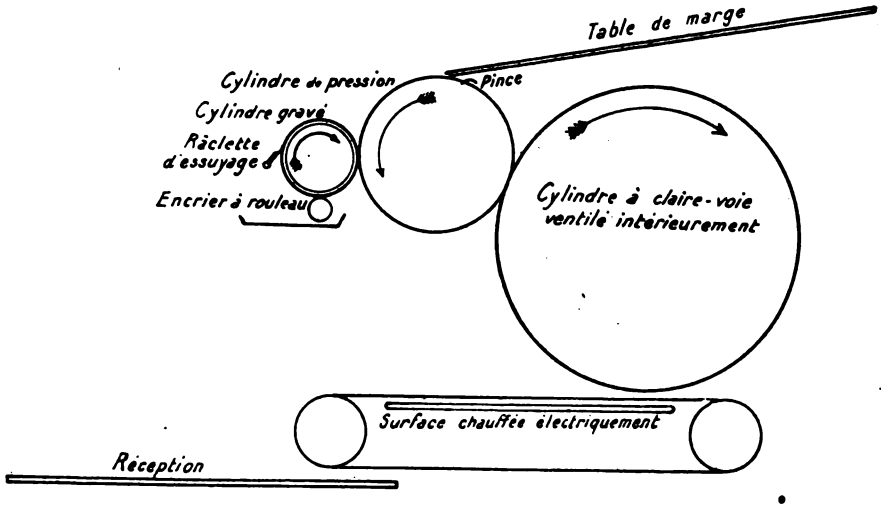


Fig. 2. — Schéma d'une machine roto-taille-douce.

plaires. Ils sont ensuite reportés par décalques lithographiques ou copiés par des moyens photographiques sur les planches ou les cylindres.

Ici une première difficulté se présente. Une épreuve imprimée à l'encre noire sur papier blanc paraît belle au premier examen. Qu'on la regarde au microscope, on sera surpris de la pauvreté de l'encrage, de son manque de netteté, de ses transparences, de ses reflets. Même avec un simple compte-fils, on observera que sous la pression des machines, l'encre a été plus ou moins chassée du relief des caractères et forme deux bourrelets de part et d'autre. L'impression est grise et « creuse ». Que l'on reporte ou que l'on photographie un tel document, ses défauts gêneront considérablement l'opérateur et nuiront au résultat. Si l'on cherche à copier par contact au châssis-presse, la gêne sera plus grande encore, la lumière transmise par transpa-

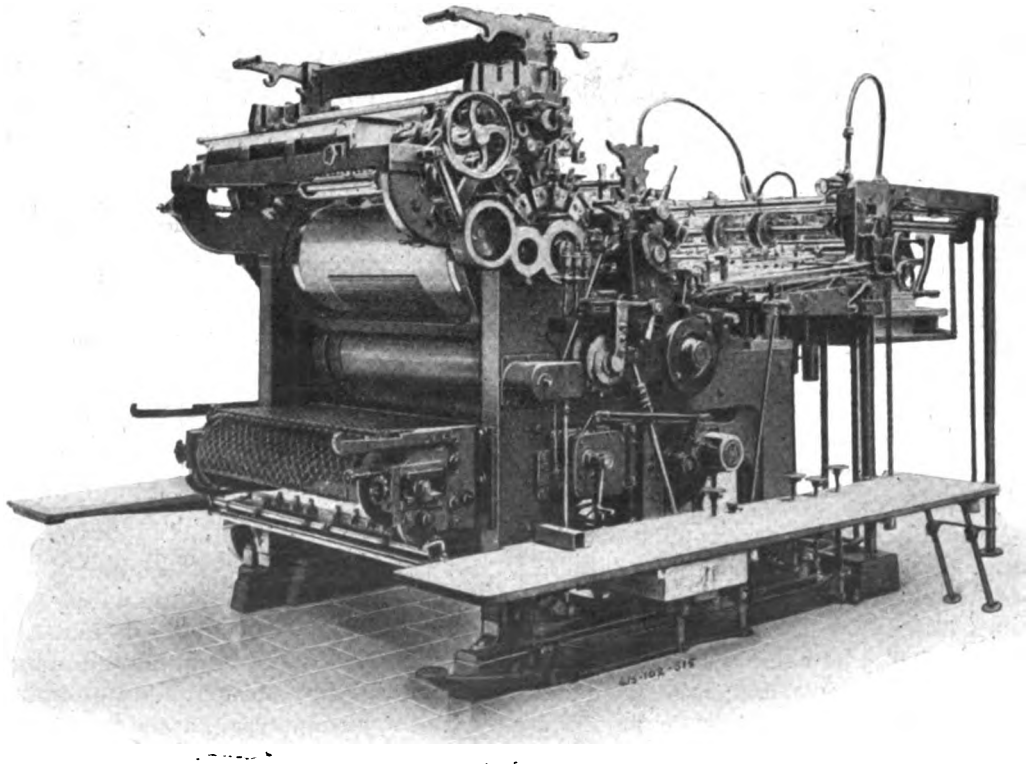


Fig. 3. — Machine Roto-calco Marinoni avec margeur automatique, format 92 × 125 c/m. Vitesse jusqu'à 3500 tours (ou exemplaires) à l'heure.

Digitized by Google

rence ne traversant qu'une fois la couche d'encre tandis que la lumière réfléchie la traverse deux fois, ce qui quadruple l'effet d'opacité. On améliore les épreuves en poudrant l'impression fraîche pour renforcer l'encrage, mais en même temps on grossit le trait qui perd aussi de sa pureté sur les bords.

Le remède radical est de se passer du tirage typographique. Or il existe déjà en Angleterre une machine à composer qui, à l'appel des touches d'un clavier, présente *des négatifs de lettres* parfaits que l'on photographie un à un pour former une ligne, puis une colonne comme on coule dans les matrices d'une monotype, signe par signe, les lignes d'un texte. Bien entendu, la ligne est automatiquement justifiée (1). On conçoit le parti que l'industrie moderne peut tirer de ce principe. Réduction considérable du nombre des polices ou magasins de caractères, la photographie permettant tous les changements d'échelles et même, sur le principe de l'obturateur de plaques, des déformations transformant en caractères inclinés, italiques, des lettres droites. En tous cas, ces machines libèrent de façon très élégante les imprimeurs d'Offset ou de rotogravure de la tutelle typographique.

Elles feront peut-être plus. Les textes des cylindres de rotogravure doivent être alvéolés pour que l'essuyage ne vide pas les pleins. Cela s'obtient en photographiant ou copiant l'épreuve typographique sur une feuille de papier au charbon insolée préalablement sous une trame spéciale, négatif du cloisonnement désiré. Cette superposition d'un réseau au texte n'est pas sans inconvénients : les lignes du quadrillage rencontrent les courbes des lettres au hasard sous toutes les incidences et lorsqu'on creuse aux acides les petits encriers, le trait perd de sa pureté aux intersections. L'inconvénient n'est guère moindre si l'on substitue à la trame quadrillée une trame à grains.

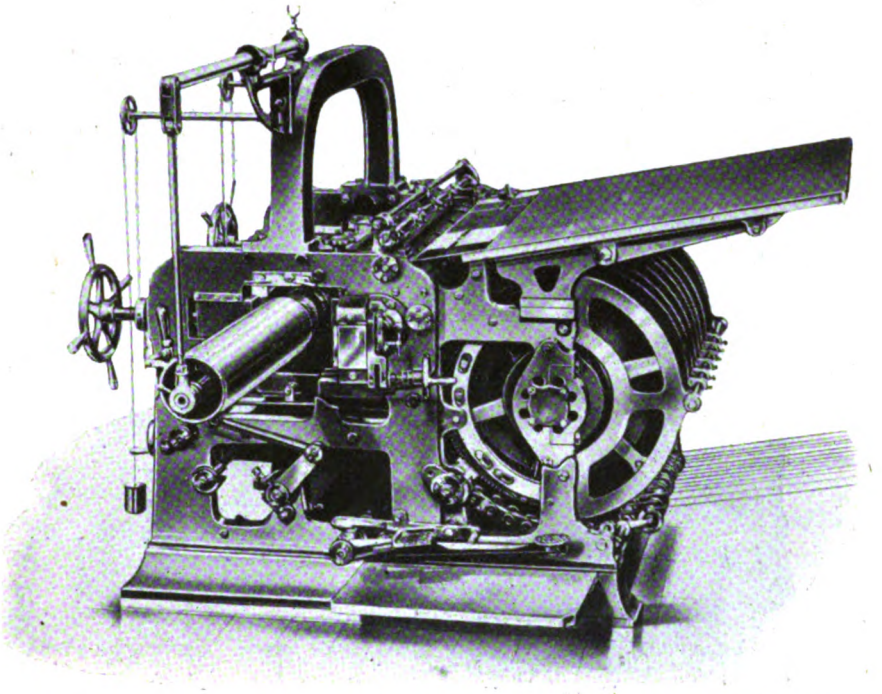


Fig. 4. — Machine roto-taille-douce Marinoni pendant la manœuvre de changement du cylindre gravé.

Avec une machine photographique à composer, l'on pourrait utiliser des types dessinés avec leurs alvéoles, intelligemment et non plus au hasard.

Alors un autre problème se pose. Les procédés photographiques courants, gélatino-bromure ou collodion humide, n'ont pas un pouvoir résolvant suffisant pour reproduire de telles finesses et les procédés au bichromate sont beaucoup trop lents. Il faudrait rechercher l'albumine bromurée avec de très forts éclairages, ou peut-être des émulsions du genre de celle des plaques autochromes, moins la sensibilisation panchromatique, naturellement.

***

Les difficultés que nous venons d'analyser pour les textes se présentent évidemment pour les illustrations au trait dès qu'il s'agit de reproduire un original imprimé.

(1) C'est-à-dire qu'elle est mise à la longueur que toutes les lignes du texte doivent avoir d'un bout à l'autre de l'ouvrage, sans être terminée par un blanc ou un mot mal coupé.

Digitized by Google

Elles se présentent même avec une aggravation de grosse importance pratique qui interesse aussi le cas de documents dessinés. Les textes sont toujours exclusivement des traits plus ou moins fins sur fond blanc, les images peuvent avoir simultanément de fins détails blancs sur fond noir. Or les couches sensibles photographiques sont diffusantes, et particulièrement les émulsions rapides, d'aspect opalin, translucide, sur lesquelles chaque zone éclairée joue le rôle d'une source de lumière rayonnant dans tous les sens à l'intérieur de la couche. Les plages illuminées tendent donc à s'étaler, à voiler les parties voisines, d'autant plus que celles-ci sont plus resserrées. A regarder un négatif obtenu dans ces conditions, le pouvoir résolvant ne paraît pas influencé par ce voile de diffusion. La limite où deux traits indéfiniment convergents arrivent à se confondre est observée la même, ou à peu près, que les transparences soient ou non voilées. Même, si ce voile n'est pas trop fort, l'œil ne s'en aperçoit pas. Tout au contraire, les procédés de copie sur métal, qui procèdent par tout ou rien, sont sensibles au moindre voile des transparences et la limite, critérium du pouvoir résolvant, n'est pas du tout la même sur le négatif et sur la copie, bien que les procédés de copie soient généralement très supérieurs à ce point de vue aux procédés négatifs.

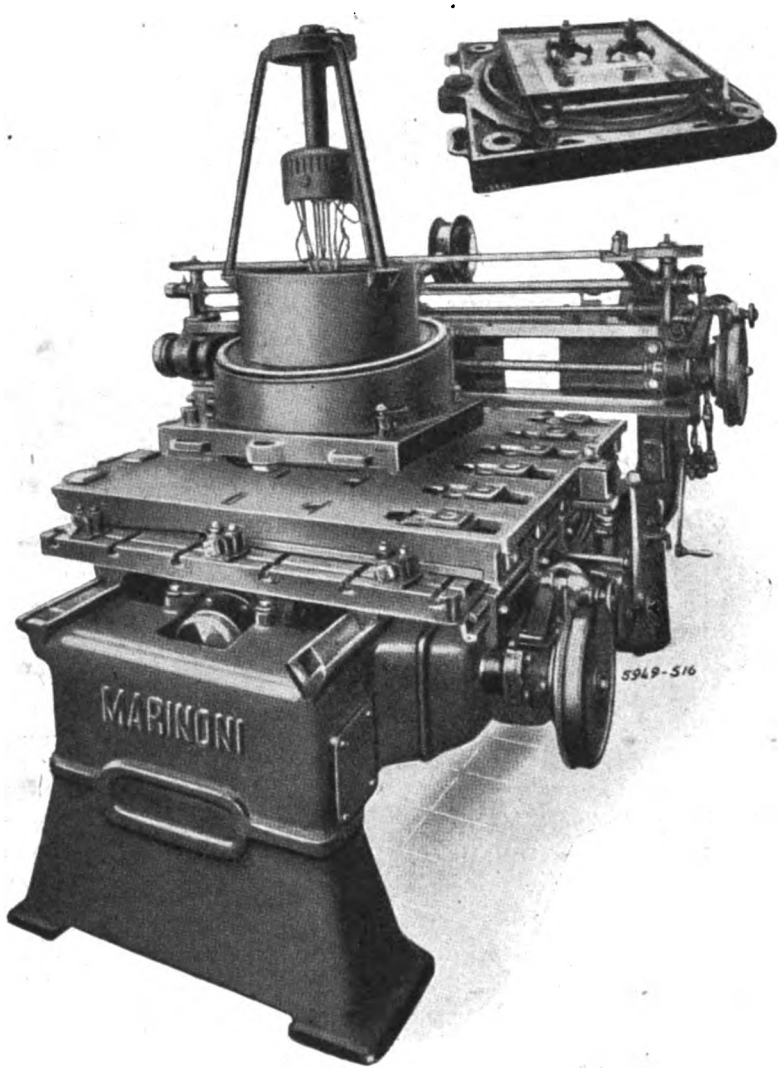


Fig. 5. — Machine à copier photographiquement plusieurs fois sur le même zinc des négatifs sur verre. On voit sur la figure le « marbre » sur lequel le zinc est tendu, avec les griffes de fixation. Au-dessus, le châssis négatif avec la lampe d'insolation. — Marbre et châssis peuvent se déplacer par commandes à vis micrométriques, le marbre d'arrière en avant, le châssis de gauche à droite et vice-versa.

En haut de la figure, le détail montre le châssis orti de l'appareil et retourné pour la mise en place d'un négatif de couleur. Un petit comparateur à microscopes permet le contrôle du repérage.

Ces difficultés prennent une acuité particulièrement grave lorsqu'il s'agit comme en Offset de reporter des similigravures sur les planches de zinc des presses. C'est qu'en effet, lorsqu'il s'agit de points de simili qui se comptent par douzaines au millimètre carré, le moindre grossissement remonte le ton de façon inacceptable. Il faut donc être particulièrement sévère sur la qualité du résultat et l'on se trouve précisément dans les pires conditions au point de vue photographique. C'est le cas des plus fins détails, aussi bien blancs sur noir que noirs sur blanc, et une similigravure n'est jamais un document original. Toutefois, il faut remarquer que ce n'est pas non plus nécessairement un document imprimé. Le cliché de similigravure lui-même, sur cuivre (ou sur zinc noirci), peut être bourré de pigment blanc dans ses creux et fournir ainsi un très bon document pour la photographie. Enfin, on peut prendre comme point de départ un négatif ou un positif tramés qui sont également de très bons documents.

Mais une autre difficulté se présente et celle-là

Digitized by Google

commune aux procédés photographiques et aux reports lithographiques. Le zinc des machines Offset, pour mieux conserver l'humidité nécessaire au tirage, doit être légèrement grené et il est évident que les points de simili tendent à être déformés par ce grain, les teintes plates deviennent facilement galeuses. On a bien essayé de grener les zincs seulement après que l'image a été mise à sa surface, mais il faut que

Enfin un troisième procédé consiste à obtenir d'abord sur le zinc une réserve négative qui permet de creuser légèrement les traits. On inverse ensuite du noir au blanc par un encrage général et l'enlèvement de la réserve négative. Dans ce cas l'encrage emprisonné dans le creux des traits a plus d'épaisseur et est mieux protégé que les encrages superficiels. Les images sont bien plus résistantes.

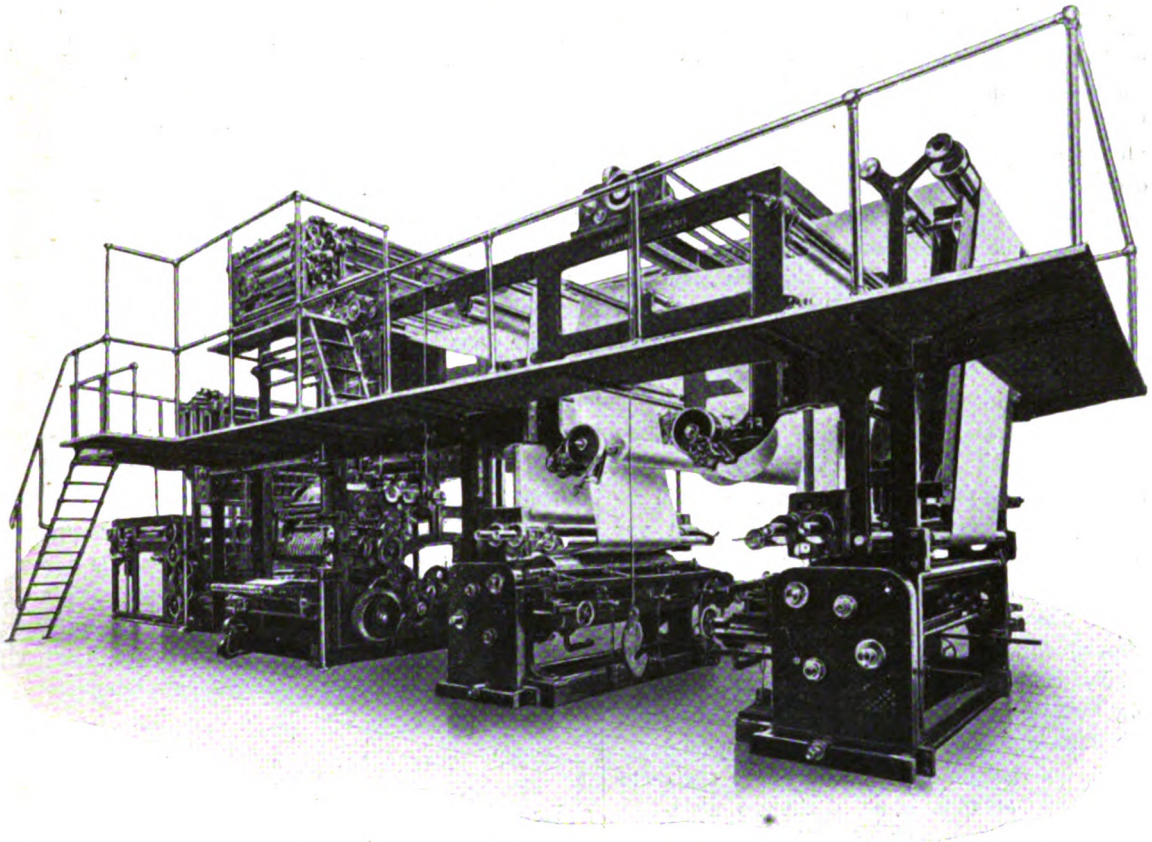


Fig. 6. — Machine double roto-taille-douce pour papier en bobines, imprimant recto-verso, accouplée à une presse typographique pour les textes de dernière heure et comportant plieuse et coupeuse. — Vitesse : 6 000 exemplaires à l'heure (1).

les traits soient un peu creusés pour qu'ils ne disparaissent pas au grenage, et cela nous amène à présenter la question de la similigravure en Offset sous une autre face, celle de la résistance des images pendant les tirages.

A ce point de vue les procédés peuvent se classer de la façon suivante. Les reports lithographiques donnent les images les moins résistantes, du moins de façon générale, parce qu'il faut dans tout ceci considérer l'habileté des ouvriers.

Les copies photographiques, faites à l'albumine bichromatée, peuvent donner des images solides, mais il est nécessaire que l'albumine soit insolée bien à fond et il suffit d'une couche un peu trop épaisse ou d'un négatif insuffisamment contrasté pour compromettre le résultat.

Or, non seulement le nombre, mais la qualité des images et surtout des similis dépend de cette résistance. Un noir puissant est indispensable et pour l'obtenir il faut un encrage suffisant. Pratiquement la recherche de ce noir aboutit à une tendance à graisser les fonds, que l'on combat en mouillant les planches avec une préparation lithographique à base d'acides gallique, nitrique, etc. Cette solution attaque peu à peu l'image, en même temps qu'elle entretient les propriétés hygrométriques du métal des fonds. Les imprimeurs sont obligés de composer avec ces différentes tendances et ils peuvent d'autant plus approcher de la perfection que l'image est plus solide. Même la finesse limite de trame que l'on peut

(1) Les rotatives typographiques des quotidiens arrivent à imprimer 24.000 exemplaires à l'heure.

Digitized by Google

imprimer est liée pratiquement à la résistance des images encrées. Le journal *l'Illustration* utilise depuis de longues années des trames de 175 lignes au pouce sur des zincs creusés, tandis que les trames courantes sont de 120 ou 133 lignes avec des images superficielles.

***

Le problème des images en rotogravure est tout autre. Il n'est plus question de traits, ni de points, ni de pouvoir résolvant. Le papier au charbon sur lequel on pose le réseau de cloisonnement est tout à fait suffisant à ce point de vue. Lorsque par une seconde insolation on pose l'image sur la même feuille, c'est d'un positif à modelé continu dont on se sert ; tout le travail de la lumière joue en profondeur dans la couche, et le papier au charbon donnera très bien les épaisseurs variées de gélatine qui retarderont l'action du mordant sur le cuivre et commanderont, par conséquent, la profondeur des encriers à chaque endroit de l'image.

Il y a cependant un problème des images en rotogravure. C'est que l'expérience montre qu'il est impossible en photographie non tramée de reproduire correctement un document ayant par exemple la gamme du noir au blanc d'une épreuve vigoureuse au bromure. Toujours, lorsque l'on donne la pose nécessaire pour détailler les noirs, non seulement l'insolation des extrêmes blancs, mais aussi celle des teintes claires traverse toute la couche, de telle sorte que si l'on mettait une seconde plaque dans le châssis derrière la première on développerait une image des grands blancs sur cette couche. Cette seconde image d'ailleurs n'est pas nette, mais son existence suffit à démontrer que l'image principale est tronquée dans les blancs au moment de l'insolation. Il y a plafonnement. Aucune durée ou formule de développement, de réduction ou de renforcement ne changera ce fait après coup. Augmenter l'épaisseur des couches c'est risquer d'amener un élément de flou dans les blancs, il faudrait plutôt teinter la gélatine pour augmenter l'absorption de la lumière. Mais il est un autre moyen tout à fait ignoré, de parer à cet inconvénient. Il consiste à faire des clichés de demi-tons en mettant une trame quadrillée devant la plaque à quelques millimètres de distance. Alors un diaphragme bien réglé en dimensions donne derrière chaque carré transparent de la trame une tache de lumière allant en s'affaiblissant du centre à la périphérie. Il sera possible de n'avoir aucun éclairement ou un éclairement très faible derrière les carrés opaques ; il sera par conséquent possible d'éviter dans tous les cas le plafonnement des blancs.

Deux modalités d'application de ce principe sont à considérer. Suivant l'une on évite la formation d'un point de simili net, on désire plutôt masquer l'effet de la trame, il suffit qu'on le soupçonne. Suivant l'autre, on supprime complètement la trame de cloisonnement, spéciale à la rotogravure ordinaire, on recherche une traduction des valeurs de la gamme des gris dépendant à la fois de la profondeur et de l'étendue en surface des pointillés de simili ; on fait en un mot de la simili en creux.

Enfin, les impressions en rotogravure posent un autre problème. Nous avons vu qu'elles s'accommodent de papiers bon marché dans les tirages ordinaires. Elles se font également sur machines à grande vitesse. Elles donnent dans ce cas des illustrations très supérieures à celles qu'on est habitué à voir dans les quotidiens. Il semble donc que ce genre d'impressions convienne pour le journal et, en fait, il se répand pour l'impression des illustrés populaires. Pour répondre aux exigences des journaux quotidiens, il faudrait que les cylindres des machines puissent être gravés ou reproduits aussi rapidement que l'on stéréotype et coule les coquilles des cylindres de rotatives typographiques, de façon à pouvoir mettre en marche le nombre de machines nécessaires pour achever le tirage d'un million d'exemplaires dans une nuit. Toute simplification des procédés de gravure concourt évidemment à ce but.

***

De tous les problèmes si importants que nous venons de passer en revue, certains ne sont encore qu'ébauchés, d'autres sont imparfaitement résolus, les professionnels tâtonnent. Il est tout à fait regrettable que les industries du livre, en tant que collectivité, n'aient pas encore compris la nécessité d'un organisme capable de suivre l'étude de ces problèmes. Il n'existe rien de ce genre en France. L'École Estienne même, institution municipale et depuis quelques mois institution d'État, l'École Estienne qui assume la tâche de former les apprentis de toutes les professions se rattachant à l'imprimerie, ne possède pas le plus banal appareil de laboratoire et commence seulement à se soucier de la formation supérieure de ses professeurs techniques. Il était donc opportun de porter ces grands problèmes à la connaissance des ingénieurs afin de susciter des solutions qui menacent de venir encore de l'étranger.

Digitized by Google

La lutte contre le Moustique

PAR

H. de VARIGNY

Les anciens ont-ils eu quelque idée que le moustique, animal odieux, est en même temps pathogène? Il n'y paraît guère. Ils avaient l'impression que le rat est propagateur de maladies, la mouche aussi peut-être, mais le moustique peut bien ne leur être apparu que comme une bête incommode; un empoisonneur de la soirée et de la nuit. C'est à la science moderne qu'il a été réservé de démontrer que certains moustiques au moins sont propagateurs et inoculateurs de maladies : de malaria, de deingue, de filariose, et la découverte est récente, due à Ronald Ross qui a fourni (1895-1897) la preuve expérimentale du rôle de l'anophèle dans la transmission de la malaria, due elle-même à l'hématozoaire découvert par Laveran en 1880 (1).

Les moustiques sont donc parmi les pires ennemis de l'homme, parmi les fléaux naturels les plus redoutables, et plus on va, plus une lutte à outrance paraît nécessaire. Et celle-ci, là où elle est scientifiquement conduite, donne des résultats très satisfaisants.

Manifestement, il y a deux moyens possibles. On peut tuer pour cause de salubrité publique tous les sujets atteints de paludisme. Car alors les anophèles n'absorberont pas, en piquant les sujets malades, l'hématozoaire dont ils ne sont que le véhicule, du malade au sain, qu'ils inoculent pour l'avoir absorbé, mais dont ils ne sont ni créateurs, ni réservoirs. C'est là une solution quelque peu radicale... Il y en a une autre, qui est d'exterminer les moustiques. Opération radicale aussi, très malaisée, qui veut être faite sur toute l'étendue de la terre, faute de quoi, les germes persistant chez les paludéens, il se trouvera toujours, ici ou là, des moustiques pour l'absorber et le véhiculer à l'entour.

Peut-on espérer exterminer les moustiques? Cela n'est guère vraisemblable. Mais des moustiques vivant dans des solitudes reculées, où il n'y a ni population, ni passants, sains ou paludiques, cela ne présente pas grand inconvénient : ils n'ont point occasion de se contaminer, et ils ne peuvent dès lors devenir contaminants à leur tour. Ce qui est essentiel, c'est d'exterminer les insectes en question dans les agglomérations, et autour de celles-ci, pour répondre à la double indication qui vient d'être formulée.

Or, cela est possible, cela a été fait, et on y tâche chaque jour. Chacun sait comment on s'y prend. L'étude de la biologie des moustiques a fait voir — ce que chacun sait maintenant — que ces insectes ne peuvent se reproduire que dans les parages où il y a des collections d'eau non courante ; ils y déposent leurs œufs, et les larves, bien connues, qui en naissent, y subissent leur premier développement, ce qui leur est impossible dans les eaux courantes. Conclusion : supprimer les eaux stagnantes, c'est supprimer les moustiques (qui ne voyagent guère). Mais il faut bien voir que cette suppression des eaux stagnantes n'est possible que là où l'on procède méthodiquement, où l'on draine les marécages, où l'on couvre les puits d'un grillage, où la population est propre et le service de la voirie bien fait, où des récipients abandonnés, des boîtes de conserves, etc., ne forment pas de petites collections d'eau — fournie par la pluie — où les moustiques pourront pondre, et où les larves donneront des adultes.

On peut dire en principe que lorsqu'une population envahit une terre inculte, elle commence par l'assainir, en drainant le sol, pour augmenter la surface cultivable. Mais le surpeuplement, la création d'agglomérations mal tenues, agissent bientôt en sens inverse. Les petites collections d'eau se multiplient et les moustiques font de même.

On a même vu des travaux publics agir dans ce sens. Tout récemment, à Solo, dans les Indes orientales néerlandaises, un canal d'évacuation qui avait été créé pour mettre la ville à l'abri de l'inondation, a déterminé une épidémie marquée de paludisme. Le mécanisme est très simple : en saison sèche, le canal se transforme en un chapelet de mares — accru du fait que les maçons y creusent pour extraire du sable — et les anophèles sont enchantés. Résultat, en 1925-1926, une forte épidémie de paludisme, sur les bords du canal d'évacuation, qui, en temps de non-inondation, sert à faciliter la multiplication des anophèles. Ceux-ci se contaminent sur les quelques paludéens qu'il y a, et vont ensuite contaminer les sujets non paludéens. Rien de plus naturel. Ce qui montre qu'il faut des ingénieurs capables de discerner les répercussions possibles, sur la santé publique, des travaux qu'ils proposent.

La lutte contre les moustiques est donc assez complexe, bien que le principe en soit très simple,

(1) Voir l'article de M. RICHARD dans *la Science Moderne* de juin 1926.

Digitized by Google

se résumant en ceci : ne pas fournir à ces insectes des lieux de ponte. De l'eau courante, tant qu'on voudra, mais pas d'eaux stagnantes.

La suppression de ces dernières a fourni de très beaux résultats dans les Dombes et en Sologne, où le paludisme rendait la vie impossible. Les marécages ont été drainés et asséchés pour augmenter la superficie destinée aux cultures, et le résultat a été excellent. On a vu disparaître et le moustique et le paludisme. Bonne affaire. Mais il y a des cultures réclamant les eaux stagnantes, par exemple celle du riz. Et il y a des collections d'eau que l'on est bien aise de conserver, qui ont leur utilité pour la pisciculture. C'est vrai, mais il y a moyen de s'arranger. C'est de généraliser la pisciculture.

Pourquoi? Parce que bon nombre de poissons sont friands des larves de moustiques et les dévorent. Du même coup, on accroît la production en poisson et on diminue la production de moustiques. Le poisson se fait un ami, un collaborateur de l'homme. C'est ce que M. J. Legendre a bien vu, et fait voir à Tananarive, en montrant que la rizière où l'on introduit du cyprin et de la perche produit du poisson, en outre du riz (200 ou 300 kilogrammes de poisson par hectare, en une saison rizicole) et ne fournit que très peu de moustiques adultes. Il conviendrait, là où se fait la culture rizière, d'y adjoindre la pisciculture, systématiquement. Et là où l'on tient à conserver une mare, un lac, il faut acclimater des poissons pour tuer les moustiques. Bénéfice sanitaire et profit économique, d'un seul coup. Il ne faut pas chercher midi à quatorze heures : on se contentera de peupler en espèces régionales connues, comestibles, autochtones, et dévorant volontiers les larves de moustiques. Quelles sont ces espèces? Il est aisé de les découvrir, en ouvrant le tube digestif des poissons pour se rendre compte de leurs préférences alimentaires, comme l'a fait M. J. Legendre à Madagascar. Le poisson rouge, la carpe, la carpe miroir, la perche, etc., sont d'excellents auxiliaires. Il y en a d'autres, d'ordre très différent, comme l'a montré le même naturaliste.

Ce sont les animaux d'étable et de basse-cour. Il faut, en cette affaire, partir de ce point de vue qu'il y a des moustiques recherchant les animaux, tout autant, peut-être même plus, que l'homme. On voit dès lors le développement possible de cette constatation. Les moustiques aiment les animaux? On va leur offrir de ceux-ci, qui serviront de dérivatifs. On installera des animaux domestiques au voisinage des maisons habitées : les moustiques iront plutôt aux écuries, étables, clapiers, poulaillers, qu'aux maisons habitées. Les animaux les tiendront au chaud, ne leur donneront pas la chasse, les écuries leur fourniront des coins sombres, des retraites calmes.

Sans doute, mais est-il exact que les animaux domestiques attirent les anophèles? Assurément, déclarent MM. Legendre et E. Roubaud. En 1908, M. J. Legendre remarquait, en Chine, que son cheval protégeait sa famille contre les moustiques ; en 1910, il remarquait l'action protectrice, pour la collectivité, d'un troupeau de buffles. En France, même constatation. En Saintonge, ce fut le voisinage de lapins et de porcs qui occasionnèrent la diversion ; à Fréjus, c'étaient les lapins ; en Vendée, d'après Roubaud, ce sont surtout les chevaux qui exercent une action protectrice; à Madagascar, M. J. Legendre a constaté l'influence bienfaisante du voisinage du cheval ; à Beyrouth, ce sont des moineaux qui attirent vers eux les moustiques ordinaires (*Culex*). Sans doute, le phénomène est général, et selon les localités et les conditions, c'est tantôt une espèce, tantôt une autre, qui attire les moustiques et soulage d'autant la population humaine voisine. Il faut voir que selon toute probabilité les espèces recherchées par les moustiques varient. C'est tantôt l'un, tantôt l'autre, et par l'expérimentation il est aisé de se rendre compte des préférences de l'insecte. Ceci connu, on lui offre sa faune de prédilection. En cas de besoin, on acclimatera des espèces ayant prouvé qu'elles sont recherchées par les moustiques. Et il faut retenir que la protection est d'autant plus efficace que les étables, écuries, etc., sont plus voisines de l'habitation, et placées entre celles-ci et les gîtes à moustiques. A la campagne, c'est une condition qui se présente généralement, et par là la quasi-cohabitation des humains et des animaux domestiques présente ses avantages.

***

Ce rôle protecteur des animaux est considérable, d'après M. J. Legendre. Il peut toutefois aller plus loin, et pour ce naturaliste il est possible d'utiliser le moustique même contre le moustique. On peut lutter contre le moustique androphile en dressant contre celui-ci le moustique zoophile : c'est la concurrence larvaire qui est utilisée.

En 1923, M. J. Legendre signalait l'existence, à Portrieux, d'une race de *Culex pipiens*, moustique commun sans danger spécial pour la santé, race strictement zoophile et androphobe, à qui l'homme n'inspire que dégoût. L'idée lui vint de substituer cette race à la même espèce, à Pons, où elle avait au contraire un goût marqué pour la victime humaine. Pourquoi? Pour réduire le nombre des androphiles, simplement. M. Legendre pensait que la race androphobe introduite à Pons (Charente-Inférieure) prendrait une certaine place dans la population et diminuerait d'autant la proportion des androphiles indi-

Digitized by Google

gènes. Il n'y a place dans les mares que pour une quantité donnée de larves, et si de bonnes prennent une certaine place, il en reste moins pour les mauvaises. Fatalement, une concurrence larvaire s'établit. Il valait la peine de faire l'expérience et c'est ce qui eut lieu. M. Legendre importa à Pons un stock d'œufs et de larves du *Culex* breton, il les éleva en culture pure jusqu'à l'envol à l'état d'insectes parfaits. L'année suivante, 1924, il remarquait — et d'autres observaient le même fait — que l'on était beaucoup moins piqué. Les bons l'emportaient sur les méchants, ce qui est d'un excellent exemple pour la moralité, mais rare.

En 1927, M. J. Legendre revenait à Pons, et notait aussitôt que les *Culex* le respectaient. Évidemment les *Culex* bretons androphobes, substitués aux Saintongeais androphiles, ont conservé leur situation, et ils ne se sont pas laissé contaminer par ces derniers, ils n'en ont pas suivi le fâcheux exemple. Ils conservent leur répugnance pour l'homme. « Ils existent en grand nombre dans son voisinage sans qu'ils s'en doutent ; il faut les chercher pour en voir, et on n'arrive pas à s'en faire piquer. »

A cette lutte par la concurrence larvaire, son inventeur a donné le nom d'entomoprophylaxie, méthode simple, peu onéreuse, à recommander dans les parages infestés par moustiques androphiles. Le tout est de connaître les parages où règne l'androphobe, et d'en faire l'élevage aux fins d'importation en parages riches en androphiles.

Remarquez que la méthode appliquée à *Culex pipiens* n'a d'intérêt que pour l'agrément de la vie quotidienne : *Culex* ne propage pas de maladies. Mais l'anophèle *maculipennis*, qui est le grand propagateur de la malaria en Europe, présente-t-il une race androphobe aussi, ce qui aurait un grand intérêt sanitaire? Assurément : en Bretagne et Saintonge, une race existe qui fuit l'homme. Dès lors, il est tout indiqué de la cultiver et de l'introduire dans les parages où règne l'androphile, le propagateur de la malaria. La concurrence larvaire peut être utilisée aussi bien entre races différentes de la même espèce qu'entre espèces différentes.

Le règne animal fournit peut-être d'autres auxiliaires dont l'homme peut tirer parti dans la lutte contre la propagation du paludisme. Il y a la chauve-souris par exemple.

En 1913, il a été parlé, dans la presse américaine, de l'invention d'un agriculteur du Texas, M. Ch. Campbell. Celui-ci avait remarqué que les chauves-souris sont très friandes de moustiques : d'adultes qui volent. Il fit l'analyse des excréments de ces animaux et arriva à ce résultat que chacun de ceux-ci dévorerait quelque 500 moustiques par jour. Ceci posé, il se dit qu'il fallait encourager la chauve-souris. De quelle manière? En lui offrant une retraite, un logement sûr. Et M. C. Campbell fit édifier des abris en forme de pyramide ayant 4 mètres de côté à la base, deux au sommet, et 6 mètres de hauteur, sur pieds munis de rebords empêchant la montée des amateurs de chéiroptères. Pour attirer ceux-ci, il répandit un peu de guano de chauve-souris à l'entour : celles-ci se dirent qu'il y avait là un logement, et elles s'y installèrent. En parlèrent-elles aux congénères? Toujours est-il qu'au bout d'un an, il devait s'en trouver 500 000 environ. Elles n'avaient nulle peine à trouver de quoi manger : M. Campbell habitait le bord d'un lac de 360 hectares d'eau stagnante et corrompue, où une ville voisine déverse chaque jour 40 000 mètres d'eau d'égout extrêmement nourricière pour les larves de moustiques. Aux chauves-souris il offrait donc le vivre à côté du logement. Et il faisait une bonne affaire. Car ces moustiques que dévorent ses locataires, ceux-ci le convertissent en guano, et chaque année il en récolte pour 3 000 francs — d'avant-guerre — qu'il peut vendre, ou bien répandre sur ses champs.

Il est vrai, on a dit que la méthode ne fait pas diminuer le nombre des moustiques. C'est possible. Au moins les utilise-t-on industriellement et si la méthode est pratiquée en une région où il n'y a pas de paludéens, ils ne peuvent propager le paludisme.

Quoi qu'il en soit, il y a des manières variées de lutter contre le paludisme, et surtout contre l'inoculation de celui-ci. Et assurément il faut réfléchir avant d'en pratiquer une dans un cas donné. Car les conditions jouent un rôle dans l'affaire. Ce qui est possible ici ne l'est pas plus loin.

Le cas d'Ismaïla présente un succès complet. En 1877, la malaria y fit son apparition : 300 cas furent signalés. De 1885 à 1902, le nombre de cas nouveaux, chaque année, fut rarement au-dessous de 2 000 ; en 1891, il fut de 2 500. La Compagnie de Suez entreprit la lutte en 1902 et Ronald Ross en dressa le programme. La méthode consista à supprimer toutes les collections d'eau stagnante. L'œuvre coûta 50 000 francs la première année ; depuis, elle en coûte 25 000 environ. L'effet fut immédiat. Dès 1903, il n'y eut que 300 cas nouveaux ; en 1904, 90 ; en 1905, 35 ; depuis, 0. La malaria est vaincue. A condition toutefois de continuer la lutte. On peut lutter contre la malaria ; il y a des méthodes diverses et efficaces : le tout est de les appliquer.

Digitized by Google

Recherches sur la Météorologie générale

PAR

Albert NODON

Docteur ès-sciences, Président de la Société astronomique de Bordeaux.

Des recherches sur la météorologie générale et sur la prévision du temps furent faites pendant le cours de l'été 1927.

Cette période d'étude s'étendit du mois de mai au mois d'octobre 1927, pendant lesquels on observa des effets anormaux dans les états atmosphériques et sismiques ; dans les phénomènes électromagnétiques et dans l'activité solaire. Les principaux troubles atmosphériques, accompagnés de fortes pluies ainsi que de séismes, se produisirent dans les régions voisines des grandes cassures terrestres, telles que le Japon, le golfe du Mexique, le Chili, etc. Au contraire, la sécheresse et la chaleur ont régné dans les autres parties du globe, telles que les régions désertiques de l'Afrique, de l'Australie; ainsi que dans l'Ouest africain, le sud de l'Espagne et de l'Italie, etc.

Afin de faciliter cette étude, nous avons réuni sous forme de graphiques l'état de la surface solaire (fig. 1, 2, 3, 4), l'état météorologique et sismique moyen de la surface terrestre (fig. 5) ; les variations dans les réceptions radioélectriques (fig 6) et enfin l'état local de l'atmosphère dans une région déterminée, telle que celle où eurent lieu les observations située dans les Pyrénées occidentales (fig. 7, 8).

L'étude comparée de ces graphiques a permis de tirer d'intéressantes conclusions des relations probables entre ces divers phénomènes.

I. — L'action solaire.

Les manifestations solaires ont été particulièrement remarquables par la persistance de foyers importants pendant quatre à cinq rotations successives de l'astre ; chacune des rotations solaires ayant une durée moyenne de vingt-sept jours environ.

Ces foyers se rapprochèrent progressivement de l'équateur. On sait, en effet, que les taches solaires et les facules occupent une position voisine des régions polaires aux époques de minimum, tandis qu'elles sont situées dans la zone équatoriale pendant

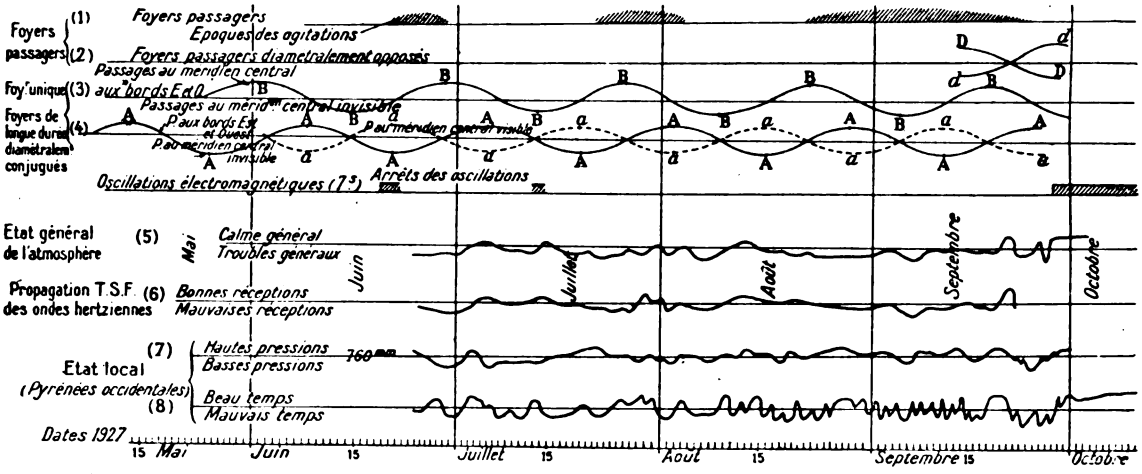


Fig. 1. — Graphique réunissant les principaux phénomènes météorologiques généraux du milieu de 1927.

la période de maximum, telle que celle où se trouve le soleil actuellement.

Les taches s'éloignent ensuite de cette région pour pénétrer dans l'hémisphère opposé. Cette double oscillation des régions polaires australes vers les régions boréales a une durée comprise entre dix et douze années environ, sans qu'on soit encore parvenu à déterminer la cause de ce phénomène. Pendant la période d'observation comprise entre les mois de mai et d'octobre 1927, deux foyers solaires (4) A et *a*, suivirent les rotations solaires pendant cinq révolutions successives, pour disparaître à la fin de septembre.

Ces foyers provoquèrent sur notre globe une acti-

Digitized by Google

vité électromagnétique à peu près continuelle, à laquelle on doit probablement attribuer les troubles généraux qui se produisirent sur toute la terre, ainsi que la basse température moyenne de l'été 1927 dans l'ouest de l'Europe.

Cette activité anormale et persistante paraît du reste reliée à la période maximum solaire. Il est intéressant de constater que les deux foyers A et *a* occupèrent l'extrémité d'un même diamètre solaire, pendant les cinq révolutions successives de l'astre. L'activité de ces deux foyers varia du reste constamment, l'augmentation d'activité de l'un semblant concorder avec la diminution d'activité de l'autre.

La disparition des deux foyers s'effectua par phases successives du 25 au 28 septembre, en provoquant des variations correspondantes dans les phénomènes électromagnétiques.

Un second foyer (fig. 3) B évolua depuis la fin de mai, dans un méridien situé presque en quadrature avec le plan méridien des foyers A*a*.

Les positions relatives des trois foyers précédents eurent pour effet de donner lieu à des passages simultanés des foyers A et *a* aux bords ouest et est du soleil ; et du foyer B au voisinage du méridien central. Ces passages eurent lieu aux dates suivantes : 16 mai, 2 juin, 14 juin, 29 juin, 11 juillet, 25 juillet, 8 août, 22 août, 4 septembre, 18 septembre (fig. 3 et 4). Ces divers foyers constituèrent des groupes actifs en évolution constante aux dates suivantes : 23-30 juin, 18-27 juillet, 16 août, 5 septembre. D'autres foyers passagers se manifestèrent aux mêmes époques ; il en résulta des troubles électromagnétiques très importants aux dates précédentes.

Il est également intéressant de noter que les époques des troubles généraux furent celles des passages des foyers diamétraux A-*a* aux bords ouest et est du soleil, en concordance avec celle du passage du foyer B au voisinage du méridien central. Les rares époques de cessation des troubles correspondirent avec les positions intermédiaires des trois foyers.

Dans la première quinzaine de septembre, deux foyers diamétraux (D-*d*) (fig. 1) se formèrent et évoluèrent pendant deux révolutions solaires. Ces foyers ne présentèrent pas d'activité électromagnétique analogue à celle des foyers A-*a*. Ils disparurent après deux révolutions solaires.

II. — Actions électromagnétiques.

L'activité électromagnétique fut remarquable pendant la période comprise entre les mois de mai et d'octobre 1927. La boussole électromagnétique ainsi que l'électromètre subirent des oseillations à peu près ininterrompues pendant cette longue période. Chaque élongation avait une durée de sept secondes en moyenne. Le magnétographe enregistra de grandes et rapides variations de la composante horizontale. C'est du reste la première fois, depuis une douzaine d'années, que de semblables phénomènes sont constatés. Les courtes périodes de cessation des oscillations électromagnétiques se produisirent du 20 au 23 juin et le 12 juillet (fig. 4). Des cessations de quelques heures se produisirent le 26 et le 27 septembre avant l'arrêt définitif des oscillations qui eut lieu le 28 septembre ; correspondant avec la disparition complète des deux foyers actifs A-*a* (fig. 4 et 5).

Il est intéressant de noter que ces calmes électromagnétiques correspondirent à de courtes périodes de calme atmosphérique et sismique sur le globe entier.

A la suite de nombreuses recherches antérieures (1) nous avions déjà signalé les relations intimes qui paraissaient exister entre les phénomènes électromagnétiques, l'état général de l'atmosphère et l'état sismique ; tous ces phénomènes paraissent avoir comme origine commune les actions ultraradiantes provoquées par des ondes extrêmement courtes d'origine cosmique et plus particulièrement solaire.

Des recherches du même ordre furent faites par M. Navarret, directeur de l'Observatoire del Salto à Santiago de Chile. Les instruments enregistreurs que renferme le poste électromagnétique de cet Observatoire sont semblables à ceux que nous utilisons en France. On constate que les principaux phénomènes électromagnétiques enregistrés simultanément en France et au Chili présentent de remarquables concordances. La similitude des phénomènes enregistrés dans des régions terrestres si éloignées l'une de l'autre et si différentes au point de vue climatologique démontre suffisamment leur origine commune extra-terrestre. Ajoutons que des observations solaires quotidiennes sont faites à l'Observatoire du Chili ainsi que dans les postes d'observation de la Société astronomique de Bordeaux, ce qui a déjà permis d'identifier la plupart des principaux phénomènes électromagnétiques et les perturbations visibles à la surface du soleil.

Au contraire, les petites variations journalières enregistrées en France et au Chili aux mêmes heures sont différentes. Des différences très notables sont du reste observées d'une région de France à l'autre ; elles paraissent liées à des phénomènes locaux subissant d'une façon indirecte et avec un certain retard, l'influence des principales actions électromagnétiques d'origine solaire.

(1) *C. R. de l'Académie des Sciences*, 10 octobre 1921, 18 avril 1922, 11 juin 1923, 14 avril 1924. — *Ciel et Terre*, mai 1923. — *La Science Moderne*, octobre 1925, août 1927, etc.

Digitized by Google

III. — La température solaire.

Dans le spectre énergétique solaire, les ultra-radiations occupent une région extrême, placée bien au delà des radiations ultra-violettes. On a également étudié l'action des radiations correspondant aux autres parties du spectre solaire sur l'état de l'atmosphère ; les radiations situées dans la partie lumineuse du spectre ne paraissent pas exercer une action importante ; mais les radiations infrarouges placées en deçà du spectre lumineux semblent au contraire avoir une influence très marquée sur l'état atmosphérique. L'étude du spectre infrarouge qui correspond à celle de la température de la surface solaire est poursuivie depuis plusieurs années déjà par M. Henry Helm. Clayton à l'aide des méthodes bolométriques de M. Charles Abbot.

Ces recherches sont faites sous la direction de M. Abbot, à la Smithsonism Institution aux Etats-Unis d'Amérique. Elles sont faites également dans diverses autres régions du globe telles que les observatoires de Table Mountain en Californie, de Montezuma au Chili, de Monte Brunkkaros dans le sud africain et enfin l'observatoire del Salto sous la direction de M. Navarrete. Il est du reste très regrettable qu'il n'existe pas encore de postes d'observation analogues en France. Nous aurions voulu installer les appareils de M. Abbot dans notre poste d'observation de Bordeaux, mais l'insuffisance des ressources de la Société astronomique ne nous a pas encore permis de réaliser cet intéressant projet.

M. Clayton, qui a centralisé les diverses observations mondiales, a constaté que les variations de la température solaire paraissaient jouer un rôle très important sur l'état de l'atmosphère ; mais ces variations dépendent des régions terrestres considérées ainsi que des époques. Dans les régions tropicales, les accroissements de la température solaire produisent une élévation de la température du sol et de l'atmosphère inférieure, ainsi qu'une diminution de la pression, suivies de précipitations atmosphériques. Au contraire, l'abaissement de la température solaire y produit une augmentation de pression et un régime de temps sec et clair. Dans les régions tempérées situées entre le 40° et le 60° de latitude, les effets sont inverses des précédents, et les actions sont positives ou négatives suivant la position relative du centre d'effet solaire. M. Navarrete a constaté que la diminution de l'effet solaire provoquait un abaissement de la température dans la zone centrale du Chili, ainsi qu'un accroissement de la pression atmosphérique concordait avec le beau temps. Au contraire, dans les régions astrales du Chili dont le climat est rigoureux, les effets sont inverses.

M. Clayton a dressé des graphiques de l'état du temps à la surface du globe d'après les indications fournies par les diverses observatoires cités précédemment. Ces graphiques montrent la grande importance qu'ils sont vraisemblablement destinés à jouer en météorologie dans la prévision du temps.

Il semble très problable que les observations thermiqnes du soleil jointes aux indicatcns électromagnétiques seront susceptibles d'apporter de nouvelles données très précieuses pour la météorologie et la physique du globe.

IV. — L'état général du temps pendant l'été 1927.

Les méthodes d'information actuelles sont encore trop insuffisantes pour permettre de fournir rapidement un état général de la situation météorologique et sismique. Cependant on peut déjà parvenir, grâce à la diffusion actuelle de la radiophonie, à connaître avec un retard de vingt-quatre à quarante-huit heures, les principaux éléments météorologiques et sismiques qui ont eu lieu dans les pays civilisés. Au contraire, les troubles qui se produisent dans les régions inhabitées échappent à nos observations ; mais une heureuse circonstance permet de tirer profit de nos observations incomplètes. En effet, les régions où naissent les principaux troubles atmosphériques, sismiques et volcaniques, sont précisément situées au voisinage des grandes cassures terrestres ; ces régions, dont le nombre est restreint, sont pour la plupart occupées par des populations civilisées.

En nous aidant des informations fournies par la radiophonie et par la presse, nous sommes parvenus à établir un état approximatif de la situation mondiale pendant l'été 1927. Le graphique (fig. 5) représente l'état général, du 25 juin au 1er octobre 1927. Ce schéma des troubles météorologiques et sismiques mondiaux paraît représenter les effets combinés des actions ultra-radiantes et thermiques du soleil, localisées plus particulièrement dans les régions voisines des grandes cassures terrestres. Ce graphique ne paraît intéresser que les régions soumises aux effets perturbateurs provenant de ces centres d'action situés généralement à l'ouest, comme par exemple l'océan Atlantique et les régions de l'Europe occidentale (régions cycloniques).

Au contraire, ces indications ne s'appliquent pas aux régions échappant aux grands troubles (précédentes régions anticycloniques), telles que les surfaces désertiques du Sahara, de l'Australie, les régions centrales de l'Asie, etc., régions où les actions anormales du soleil se manifestent sous des formes différentes.

On constate d'autre part, dans une étude comparée des divers graphiques (fig. 1, 2, 3, 4 et 5), que les

Digitized by Google

plus importantes périodes de troubles généraux se sont produites dans la seconde quinzaine d'août et dans la première quinzaine de septembre. Ces perturbations concordent avec les périodes de plus grande activité solaire, ainsi qu'avec celle des plus fortes manifestations électromagnétiques. Ces faits, ajoutés à beaucoup d'autres analogues, signalés antérieurement, paraissent confirmer l'influence solaire dans les troubles terrestres.

Les courtes périodes de calme général correspondirent avec celles des minima d'activité solaire et des passages des foyers peu actifs au voisinage du méridien central. La cessation complète des oscillations électromagnétiques à la fin de septembre fut le signal d'un retour du beau temps et de la chaleur dans l'Europe occidentale. Un régime anticyclonique très étendu recouvrit l'Atlantique et l'Europe, de la fin de septembre au milieu d'octobre.

V. — La propagation des ondes électromagnétiques.

Des recherches antérieures nous avaient fait entrevoir des rapports étroits entre la propagation des ondes hertziennes, l'activité solaire et les troubles électromagnétiques. Afin de contrôler ces faits, nous avons dressé un graphique (fig. 6) des réceptions radio-téléphoniques dans la région des Pyrénées occidentales, pendant les mois de juin, juillet et septembre 1927.

On voit de suite que les graphiques 5 et 6 présentent une grande analogie. Il semble donc que la propagation des ondes électromagnétiques soit placée sous la dépendance des mêmes causes d'origine solaire qui déterminent l'état de l'atmosphère. En d'autres termes, la propagation des ondes hertziennes paraît subir l'action combinée des actions ultra-radiantes et thermiques du soleil.

D'autre part, l'étude comparée du graphique 6 et des graphiques 7 et 8 semble démontrer l'absence de rapports directs entre la propagation des ondes hertziennes et la situation locale au point de vue climatologique.

VI. — Les actions atmosphériques locales.

L'examen des graphiques 7 et 8 montre que la pression atmosphérique (fig. 7) ainsi que l'état atmosphérique locaux ne suivent que de loin les grandes perturbations de l'atmosphère. Les variations enregistrées pendant l'été 1927, qui fut particulièrement troublé, se rapportent à la région des Pyrénées occidentales soumise à la double influence du golfe de Gascogne et de la montagne. La climatologie de cette région présente du reste un caractère très particulier qui la différencie de celle de la plupart des autres régions françaises.

On sait d'autre part, que l'état de l'atmosphère varie considérablement d'une région à une autre, comme par exemple la Bretagne et la Provence. Il résulte également de nombreuses observations que les mêmes causes d'origine solaire provoquent toujours aux mêmes époques des effets locaux analogues; et que ceux-ci paraissent placés sous la double dépendance des radiations les plus courtes et des radiations les plus longues du spectre solaire.

D'autre part, les foyers solaires diamétraux et persistants provoquent des troubles électromagnétiques continus dont l'intensité est maximum pendant les périodes actives de ces foyers. Les effets les plus intenses se manifestent pendant les passages simultanés de deux foyers diamétraux aux bords ouest et est du soleil. Les retours de foyers, calmes après plusieurs rotations successives de l'astre, sont accompagnés d'une forte élévation de la température solaire, principalement à leurs passages aux environs du méridien central.

Dans l'ouest de l'Europe, les périodes d'activité solaire amènent un régime de vents d'ouest et de pluies suivi d'un abaissement de la température. La disparition d'un foyer dans un groupe actif et l'apparition simultanée d'un autre foyer dans un second groupe sont toujours accompagnées d'orages et de grains orageux.

L'expérience démontre, en outre, que la plupart des troubles d'origine solaire ne se manifestent qu'un jour et demi à deux après leur apparition aux confins de l'atmosphère.

Il semble donc possible de tirer d'utiles renseignements des faits précédents pour la prévision du temps général ainsi que du temps local, environ deux jours à l'avance. Si l'on ajoute aux données tirées de l'observation solaire, de la télégraphie sans fil, du magnétographe, de l'électromètre et du bolomètre celles déduites du régime des vents supérieurs, des variations de la pression atmosphérique, de la température et de l'état hygrométrique, on peut arriver à prévoir avec de grandes probabilités le temps local un jour à l'avance.

L'observation solaire permet également de prévoir cinq à six jours d'avance la position relative des foyers d'où peuvent dépendre des modifications correspondantes dans l'état général et local de l'atmosphère.

Malheureusement, nous ignorons encore la cause de la formation des foyers solaires (qui semble cependant liée à celle des positions relatives des planètes inférieures et de Jupiter), aussi n'est-il pas possible, dans l'état actuel de la science, de prévoir les dates de leur durée et leur mode d'évolution. Nous

Digitized by Google

ignorons également la cause des maxima et des minima solaires ainsi que leurs durées relatives. Pour cette foule de raisons, nous ne pouvons encore tirer de déductions anticipées sur l'état de la surface solaire à longue échéance. C'est pourquoi l'astro-météorologie ne pourra acquérir de valeur réellement pratique dans la prévision du temps qu'après la mise au point de ces diverses inconnues.

VII. — Conclusions.

Comme conclusions de cette étude il paraît d'abord utile d'améliorer nos méthodes actuelles d'observations mondiales, par l'installation d'un plus grand nombre d'observatoires sur divers points du globe placés dans des conditions climatologiques différentes puis de centraliser l'ensemble de ces observations dans un poste central, chargé d'en tirer des déductions utiles pour chaque région terrestre en particulier. Les postes d'observation régionaux et locaux pourraient tirer profit de ces déductions générales en y joignant leurs observations particulières afin d'en tirer des déductions locales précises un jour ou deux à l'avance. La radiotéléphonie semble devoir être le mode de communication le plus pratique pour réaliser ces échanges d'observations.

On peut dire qu'à l'heure actuelle les plus récents progrès apportés à la science météorologique sont dus aux recherches faites en France, aux États-Unis et au Chili. Souhaitons vivement que les autres nations apportent rapidement leur contribution au problème si complexe et si important de la prévision du temps à courte et à longue échéance.

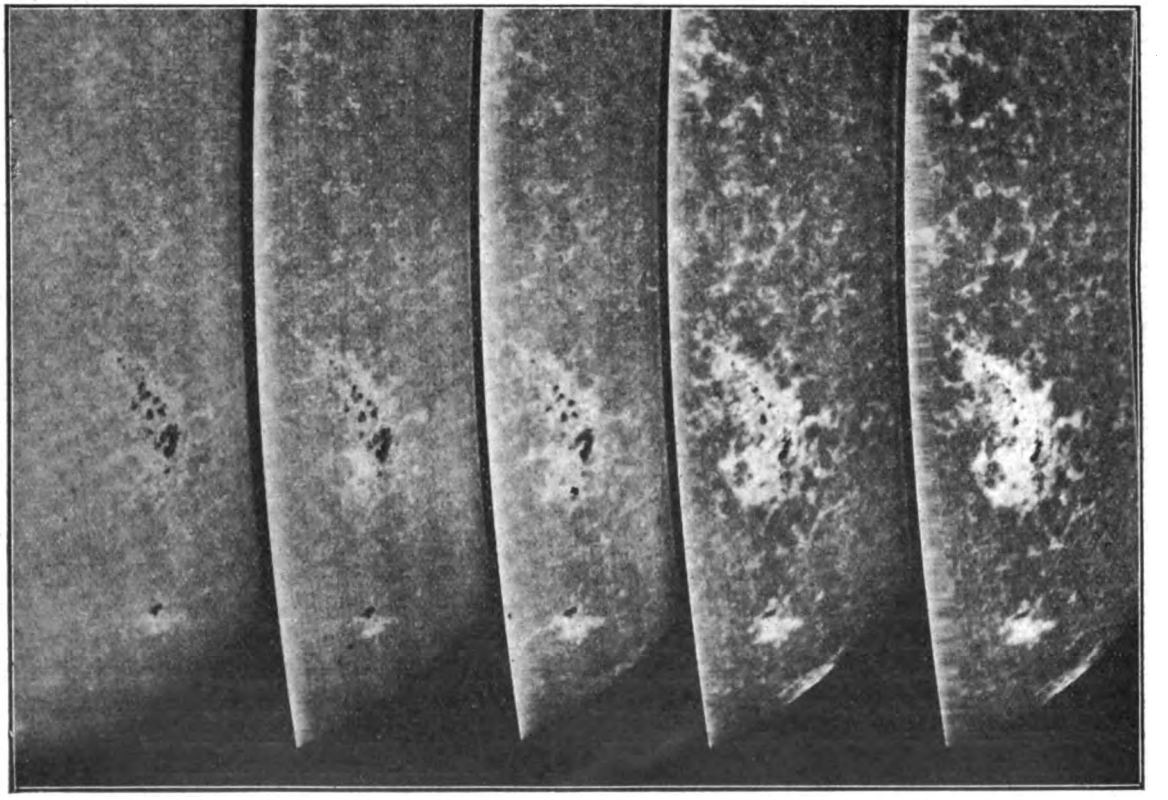


Fig. 2. — Série de photographies d'une portion du disque solaire, montrant la transformation progressive d'une tache et d'un groupe de taches. Les vastes plages blanches avoisinant celles-ci et tranchant sur le fond relativement sombre du disque solaire, sont les facules.

Digitized by Google

Comment se nourrit le Chameau ?

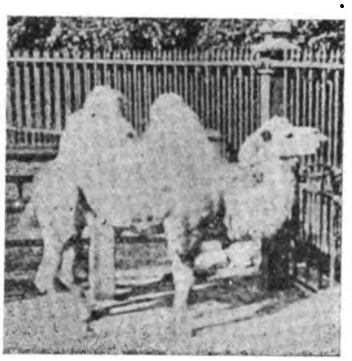
Mérite-t-il sa réputation de sobriété ? (I)

PAR

Le Commandant CAUVET

Le public sait peu de choses précises et exactes sur le dromadaire et le chameau à deux bosses, ou chameau de Bactriane. On a beaucoup écrit sur ces deux animaux, mais surtout des choses très fausses. La grande utilité qu'ils présentent, et qui en fait des auxiliaires irremplaçables pour le cultivateur, le commerçant et l'armée dans certaines régions, donne un réel intérêt à étudier les conditions qui sont requises pour employer au mieux ce précieux animal.

En particulier, on fait souvent tant de fonds sur sa sobriété légendaire, qu'il est bon de donner quelques précisions là-dessus et sur le régime alimentaire du chameau en général (1).



Chameau de Bactriane, à deux bosses.

I. — L'appareil digestif.

Une connaissance parfaite des conditions dans lesquelles fonctionne l'appareil digestif du chameau est nécessaire pour permettre de donner à cet animal le traitement rationnel qui lui convient. En étudiant soigneusement ce fonctionnement, on comprend mieux combien sont nécessaires toutes les précautions prises par les indigènes. Nous les négligeons trop souvent, comptant sur les facultés exceptionnelles de sobriété et d'abstinence du chameau. Ces facultés sont réelles, mais elles sont faites pour permettre au chameau de traverser sans peine des périodes courtes de misère, et non pour jeûner pendant des mois entiers.

BOUCHE. — Elle est largement fendue à son entrée et tapissée par une muqueuse buccale moulée sur les os des mâchoires et maintenue constamment humide par la salive. Elle est ordinairement pigmentée sur les lèvres, les joues, le palais, le voile du palais et même la langue. L'entrée extérieure de la bouche est constituée par les lèvres ; l'inférieure mince et pointue, la supérieure beaucoup plus charnue, fendue en deux moitiés extrêmement mobiles, susceptible de se mouvoir isolément. Il n'y a point de mufle comme chez d'autres ruminants. Ce sont les lèvres qui introduisent et maintiennent dans la bouche les aliments et leur rôle est très important chez le chameau.

La muqueuse des joues est hérissée sur leur surface interne de grosses papilles odontoïdes dirigées en arrière qui peuvent atteindre et même dépasser 2 centimètres de longueur ; la plupart sont divisées à l'extrémité.

Mehari de race targui (Cliché Depommier).

Le chameau à une bosse a de 34 à 36 dents, suivant des races ; le chameau à deux bosses en a 34. Il y en a toujours 16 à la mâchoire supérieure, qui n'a pas d'incisives ou seulement deux se rapprochant des canines comme forme ; 10 sont des molaires, les autres des canines. La mâchoire inférieure a toujours 6 incisives, 2 canines dont la couronne a 30 à 35 millimètres de long, et 10 molaires dans la région méditerranéenne et l'Inde, 12 dans le Soudan et l'Afrique équatoriale. Jusque vers vingt ans, on peut assez bien apprécier, d'après leur usure, l'âge d'un animal à un ou deux ans près.

Au moment du rut, il se forme sur la face antérieure du voile du chameau mâle un vaste pli muqueux transverse qui flotte à l'intérieur de l'isthme et peut facilement être refoulé par soufflement jusqu'à la commissure des lèvres, de manière à se montrer sur un côté de la bouche et à former à l'extérieur une sorte de poche de la grosseur d'une vessie de

(1) CHAUVEAU, ARLOING et LESBRE, *Anatomie comparée des animaux domestiques*, chap. I p. 543.

Digitized by Google

cochon (1). Aussi le voile du palais est-il beaucoup plus développé chez le mâle que chez la femelle (Vallon), celle-ci ne le faisant jamais saillir comme le mâle. Le chameau hongre ne le montre pas davantage.

La partie inférieure de la cavité buccale est à peu près remplie par la langue. Celle-ci est assez forte à sa naissance, mais va brusquement en diminuant. Quoiqu'elle soit très mobile, on ne la voit jamais saillir hors de la bouche comme chez les bœufs ou les chevaux. Il n'y a pas d'auge comme chez le cheval. La langue du chameau surabonde en papilles de tous genres.

L'ouverture de l'arrière-bouche est, chez lui, plus vaste que chez n'importe quel animal domestique, ce qui est nécessaire avec son genre d'alimentation qui exige l'introduction d'aliments souvent ligneux et peu flexibles.

Chez les chameaux, le pharynx est extrêmement long et par suite le larynx, qui se trouve à sa partie inférieure, est placé très bas. Sa poche supérieure est simple mais très vaste, et à la partie inférieure, l'entrée de l'œsophage est tellement vaste que ce canal continue le pharynx d'une manière presque insensible.

Les six dents incisives de la mâchoire inférieure du chameau s'appliquent contre la palette formée au-dessus d'elle par la mâchoire supérieure garnie simplement d'une peau épaisse et coriace. Les plantes herbacées et les sommités tendres des arbustes désertiques sont facilement coupées par la pince ainsi formée, qui est en outre très apte avec l'aide des dents en forme de canines, à dépouiller de leurs feuilles ou à couper les branches d'arbres ou d'arbustes dont se nourrit le chameau. Prenant obliquement dans sa bouche les branches trop dures pour être coupées, l'animal tire sa tête en arrière et de côté jusqu'à ce que toutes les parties tendres ainsi égrappées soient restées dans sa cavité buccale. Passant dans la terrible filière formée par l'incisive caniniforme supérieure et les deux canines, les épines les plus dures sont forcées de se ployer et, si elles se heurtent à des parties molles, ce sont ces grosses papilles odontoïdes qui se déplacent sous leur pression et ne se laissent pas entamer comme des parois rigides. L'excessive sensibilité des lèvres, surtout des lèvres supérieures, est d'ailleurs pour beaucoup dans ce résultat, car elle permet à l'animal de prendre les branches épineuses dans le sens le plus convenable pour que toutes ces pointes ne le blessent pas. Il se passe un fait du même genre lorsque nous voyons les indigènes du Sud, habitués à la culture du palmier, pénétrer avec aisance et se mouvoir au milieu d'un fouillis de palmes munies de pointes acérées où nous ne saurions introduire la main sans nous exposer à de cruelles blessures.

Le poids total des glandes salivaires du chameau serait, d'après Colin, de 412 grammes environ, ce qui est sensiblement moindre que chez le bœuf et le cheval.

D'après les calculs de Colin, la somme totale de salive, produite pendant les huit heures nécessaires à un bœuf pour prendre ses repas et les ruminer, atteint 40 kilogrammes et pendant les seize autres heures d'abstinence de la journée, il émet encore 16 kilogrammes, soit au total 56 kilogrammes. Cette même étude n'a pas été faite pour le chameau, mais il semble qu'elle doit être au moins aussi considérable. Les aliments absorbés par le chameau sont, en effet, généralement plus secs. Cependant on ne saurait rien affirmer à cet égard puisque ses glandes salivaires sont moins importantes. Il est possible que l'emmagasinement d'eau qui s'opère comme nous allons le dire dans les cellules de son estomac ait pour but de contrebalancer cette infériorité.

Estomac. — L'estomac du chameau est un des organes qui le différencient le plus des autres mammifères et même des autres ruminants. Par analogie avec ceux-ci, on a longtemps admis qu'il possédait quatre compartiments distincts (Vallon-Colin). Carbuccia se demandait même s'il n'en avait pas cinq comme l'ont affirmé certains auteurs. Actuellement, on admet que le feuillet, quatrième compartiment de l'estomac des ruminants, manque chez le chameau ou plutôt se confond avec la caillette dont rien ne le sépare.

Les trois estomacs du chameau sont la *panse* ou *rumen* ou *omasum*, le *réseau* ou *réticulum* ou *bonnet*, la *caillette* ou *abomasum*.

La capacité moyenne de ces réservoirs est au total, d'après Colin, de 245 litres, c'est-à-dire à peu près la même contenance que chez le bœuf.

Chauveau donne la description suivante de l'estomac du chameau : « La *panse* est un énorme réservoir réniforme, aplati de dessus en dessous, obliquement placé dans la cavité abdominale de telle sorte que la face inférieure est légèrement tournée à droite et le bord droit remonté vers les lombes et le diaphragme.

Les *cellules* ou augets *aquifères* forment deux amas qui boursouflent les lobes de la panse. Ces augets ne sont pas comparables aux alvéoles du réseau des autres ruminants ; ce sont des espèces de soufflures de toute la paroi qui est extrêmement mince à leur niveau. Leur entrée est circonscrite par des rubans musculaires jouant probablement comme des sphinc-

(1) Cet organe a fait l'objet d'une étude spéciale du professeur Paolo Savi : *Sulla così detta vescica che i dromedari emettono della bocca* (1824). Il a été aussi décrit par Meckel (1830), Meyer (1838), Lombardini, p. 138 et 160 ; et Lesbre, *Recherches anatomiques sur les camélidés*, p. 87.

Digitized by Google

ters ; leur surface inférieure est revêtue par une fine muqueuse veloutée, glandulaire fort différente de celle qui tapisse le reste de la panse ; la transition de l'une à l'autre se fait brusquement à l'entrée de chaque auget. Les cellules aquifères sont régulièrement alignées, divisées et subdivisées par des cloisons secondaires et tertiaires ; on en compte une cinquantaine dans chaque groupe pouvant contenir chacune 200 à 300 centimètres cubes d'eau. Depuis Pline, on considère généralement les auget de la panse des camélidés comme des espèces de citernes où l'eau peut être mise en réserve. Ce rôle n'est pas douteux, mais il n'est pas le seul, car la muqueuse qui les revêt présente une différenciation permettant de supposer qu'elle secrète quelque suc digestif

L'intestin chez le dromadaire n'a que quinze fois la longueur du corps, alors que chez le mouton elle l'a vingt-huit fois (chez l'éléphant elle est sept fois plus longue, et chez les carnassiers trois ou quatre fois seulement). L'intestin grêle occupe principalement le flanc droit, et a 20 à 25 mètres ; il est un peu plus étroit que celui du cheval. Le gros intestin a 16 à 20 mètres.

II. — Phénomènes de la digestion.

Les aliments sont absorbés rapidement et grossièrement triturés pour être emmagasinés dans la panse ; mais quelque rapide que puisse être cette absorption, on estime qu'il faut au minimum de trois à quatre heures pour cette opération préliminaire. Ce temps doit varier suivant la nature du pâturage, suivant la qualité et la densité du peuplement végétal. Dans certaines régions particulièrement stériles où les touffes de végétaux sont espacées de plusieurs centaines de mètres, si les animaux qui pâturent ensemble sont nombreux, ils sont dans la nécessité de faire beaucoup de chemin pour trouver leur nourriture, ce qui demande beaucoup de temps. Il ne suffira donc pas, dans certains cas, de laisser trois ou quatre heures ou même plus aux animaux pour chercher leur nourriture ; il faudra leur fournir un supplément de fourrage ou de grain ou d'une matière quelconque facilement assimilable.

La provision une fois faite par l'animal, les aliments commencent à subir dans la panse une première mais incomplète transformation sous l'action du fluide salivaire. Les modifications qu'ils subissent paraissent dues surtout à la macération dans la salive mélangée à l'eau de boisson et peut-être à une certaine action mécanique de trituration due aux parois de la panse. Certaines parties de cet organe, comme les piliers, ont en effet une action musculaire manifeste. Il s'y ajoute aussi une certaine fermentation assez complexe due peut-être aux infusoires qui existent dans l'estomac, fermentation qui n'est pas encore très bien connue chez le chameau. Elle paraît néanmoins exister si on en juge d'après les débris des bols alimentaires que rejettent parfois les chameaux quand on les tracasse pendant qu'ils ruminent.

Les infusoires dont nous venons de parler sont des commensaux non pathogènes qui pullulent dans les deux premières poches stomacales, où ils se développent comme dans une infusion de foin. Ils ne paraissent pas avoir été étudiés chez le dromadaire. Chez le chameau à deux bosses, Neveu-Lemaire en a signalé près de vingt espèces différentes. Chauveau admet que, dans la panse, la chymification commençait à se produire, mais ce fait est contesté par la plupart des physiologistes. Quoi qu'il en soit, les aliments après leur absorption restent dans la panse jusqu'à ce qu'ils aient été régurgités et ruminés. Ils ne descendent pas dans les autres compartiments de l'estomac pour être digérés, sauf dans le cas où ils sont très finement divisés. C'est là un point très important. La rumination prend en effet beaucoup de temps. Or, si on donne à l'animal du grain ou des boulettes de farine, on gagne d'abord sur le temps nécessaire à l'absorption de la nourriture, puis ensuite sur celui de la rumination qui, d'une manière générale, ne peut se faire que lorsque l'animal est au repos. On a donc grand avantage, dans certains cas, à donner au chameau un supplément de nourriture en grains qui descendent de suite dans le troisième compartiment de l'estomac et y sont digérés. On a contesté ce fait, mais il est prouvé journellement par l'examen des crottins de chameaux qui ont mangé de l'orge. Les grains se retrouvent absolument intacts et en très grande quantité, si l'animal ne les a pas broyés à leur passage, ce qui est le cas le plus général. Ce fait comporte d'ailleurs un autre enseignement : c'est qu'une ration de grains pour être réellement efficace doit consister en grains écrasés ou broyés. L'usage des peuples d'Asie, qui donnent des boulettes de farine à leurs animaux est tout à fait rationnel.

Le chameau est naturellement herbivore, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il avale des graines de graminées ou d'autres plantes qui restent le plus souvent fixées aux branches ou aux tiges des végétaux consommés. Si l'homme l'emploie à un travail qui lui enlève souvent le temps nécessaire pour manger normalement d'abord et pour bien se reposer et ruminer ensuite, il est nécessaire qu'il lui donne un supplément facilement assimilable. Il faut bien remarquer, on ne saurait trop y insister, que rares sont les chameaux qui broieront posément les grains qu'on leur donne.

Digitized by Google

Il faut donc que ceux-ci aient été, au préalable, concassés, aplatis, écrasés, moulus ou trempés dans l'eau et gonflés pour qu'ils puissent être assimilés et ne traversent pas le tube digestif sans altération par suite de la nature de leur enveloppe.

Dans le cas d'une alimentation normale au pâturage, lorsque l'animal a un moment de repos, il se met à ruminer les aliments emmagasinés dans sa panse en prenant généralement la position du décubitus sternal, mais parfois debout. Il peut même ruminer lorsqu'il marche lentement et posément. Certaines maladies entravent ou suspendent la rumination. Revenus dans la bouche, les aliments sont soigneusement mâchés.

Une bonne mastication est très importante chez les ruminants pour permettre l'assimilation des aliments qui doivent être très divisés et bien moulus pour s'imprégner de sucs. C'est pour cette raison que les indigènes préfèrent abattre les animaux dont les molaires ne sont plus en parfait état, car ils s'alimentent mal.

La mastication est le plus souvent régulièrement alternée chez le dromadaire qui, après avoir fait mouvoir une première fois sa mâchoire inférieure de droite à gauche, la meut une seconde fois en sens inverse de gauche à droite et ainsi successivement de telle sorte que le même mouvement ne se produit pas deux fois de suite et que, dans la rumination de chaque pelote, le nombre des mouvements de droite à gauche est égal au nombre de ceux qui s'opèrent en sens opposé. Cependant on voit parfois des animaux qui donnent 6, 8 et 10 coups de dent d'un côté puis autant de l'autre et ainsi de suite.

Le nombre de coups de dent pour un bol varie suivant la nature de l'aliment, sa dureté, sa sécheresse, l'âge de l'animal et l'état de sa dentition. D'après Colin, le nombre moyen des mouvements des mâchoires du chameau est de 46 pour dix bols ; il varie entre 39 et 56. La déglutition du bol ruminé s'opère avec une très grande rapidité, comme lors de l'absorption primitive. Elle est aussitôt suivie de la montée du bol nouveau dont le passage est marqué d'une ondulation de la paroi inférieure du cou, visible de l'extérieur. D'autres ondulations semblables se produisent entre les remontées et les descentes, sans cause appréciable ; peut-être sous l'effet de remontées d'eau supplémentaires nécessaires pour obtenir une bonne dilution des aliments ruminés.

Ceux-ci en redescendant ont une réaction alcaline. Une fois réduits en fine bouillie, ils ne s'arrêtent plus dans la panse et descendent dans le réseau de la caillette.

Chez les ruminants privés de boisson, les fourrages se tassent dans la panse et ne peuvent être ruminés. L'animal peut, par suite, mourir de faim tout en ayant la panse amplement garnie. C'est là qu'apparaît l'utilité des cellules aquifères pour un animal vivant dans le désert exposé à manquer d'eau pendant des jours entiers. On voit aussi la nécessité de ne pas laisser le chameau privé d'eau plus qu'il n'est strictement indispensable.

On conçoit du reste que l'abondante salivation nécessaire pour humecter les aliments lors de la première mastication et de la rumination et pendant leur séjour dans le rumen nécessitent une réserve abondante de liquide lorsque l'animal ne doit pas boire pendant plusieurs jours. Sans doute ce liquide, prélevé dans le sang et utilisé pour la digestion, y rentre en partie plus tard avec le chyle ; mais pendant ce temps l'évaporation, les sécrétions diverses, le déchet qui se produit par la défécation épuisent la quantité d'eau primitive. Les énormes quantités de liquide soustraites au sang par toutes causes doivent être remplacées, même si l'animal ne boit pas, et ce sont les réserves contenues dans les cellules aquifères qui le lui permettent.

Le rôle des cellules est d'ailleurs peut-être plus complexe qu'il ne paraît. On doit bien admettre qu'elles se remplissent d'eau chaque fois que l'animal boit, mais on sait que lorsque le chameau trouve en abondance des plantes vertes, il ne se donne plus la peine de boire pendant des mois entiers. D'autres ruminants, qui vivent dans le désert, comme la gazelle, l'antilope addax, savent aussi se passer d'eau dans les mêmes conditions puisqu'ils peuvent vivre dans des pays où on ne trouve pas d'eau à la surface du sol. Les cellules aquifères ont-elles la propriété d'emmagasiner le jus des végétaux succulents exprimé par la pression de l'estomac. Ce qui permet de le croire c'est que, suivant certains témoignages, le liquide contenu dans ces cellules est de couleur verdâtre. Peut-être les parois glandulaires de ces cellules ont-elles la propriété de purifier ces sucs, d'en extraire les sels et les matières organiques pour n'y laisser que l'eau destinée aux opérations de la digestion. Cette question ne paraît pas avoir été jusqu'ici complètement élucidée.

Un autre point, mal élucidé, est la manière dont les cellules aquifères cèdent leur eau de réserve. Sous quelle influence la laissent-elles échapper et dans quel ordre se vident-elles? Une étude patiente dans un pays où on abat quotidiennement des chameaux permettrait sans doute à un phyiosologiste d'approfondir ces détails mal connus actuellement.

Vallon admet que ces cellules aquifères ne sont pas destinées à permettre à l'animal de faire des réserves d'eau ni à en sécréter, mais seulement à multiplier considérablement l'étendue de la mem-

Digitized by Google

brane muqueuse stomacale. C'est la présence des glandules innombrables, contenues dans les parois des divers compartiments stomacaux et l'abondance de leur sécrétion beaucoup plus grande que chez les autres animaux qui permettent au chameau de supporter la soif d'une manière remarquable

Il semble que cet auteur réduit beaucoup trop le rôle des cellules aquifères et qu'elles servent bien de réservoir d'eau, comme le pense Chauveau, dont nous avons reproduit plus haut l'opinion.

Différents auteurs qui se sont occupés des mœurs du désert rapportent un fait typique ; dans les expéditions où l'on craint de ne pas pouvoir abreuver suffisamment les chameaux, les guerriers sahariens attachent la bouche de leurs animaux pour les empêcher de ruminer et par cela même de s'altérer promptement.

***

Il convient de traiter ici une question fort controversée, celle de l'usage de l'eau contenue dans les cellules aquifères de l'estomac du chameau par des hommes en danger de mort par suite du manque d'eau.

Généralement, les savants ne veulent pas admettre cet usage, affirmé de la façon la plus formelle par les Arabes et Touareg et par les voyageurs qui ont vécu avec eux.

Le colonel Carbuccia nous dit qu'un dromadaire

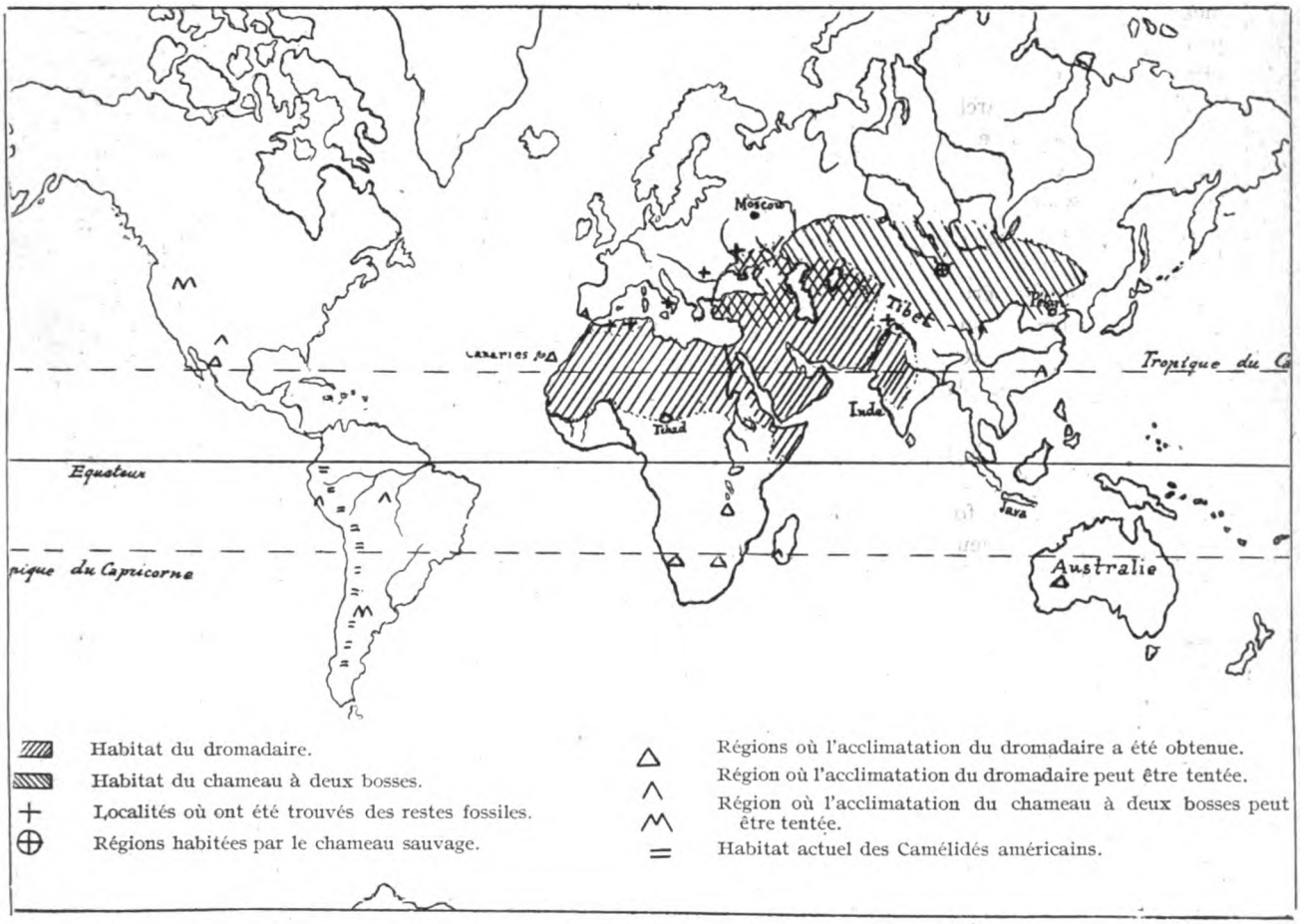


Fig. 3. — Habitat du chameau, du dromadaire et du lama dans le monde actuel.

étant mort par accident le 10 décembre 1853, dans la Metidja, on l'ouvrit. Son réservoir d'eau « contenait plus de 15 litres d'eau verdâtre, sans mauvais goût. Les Arabes présents ayant affirmé qu'après avoir déposé trois jours, cette eau devenait limpide et restait potable, l'expérience fut faite et elle réussit ». Remarquons que lorsqu'on a recours dans le Sahara à cette ressource désespérée, on n'a pas le temps d'attendre trois jours, pas même quelques minutes.

Lombardini, qui a fait une expérience analogue, admet aussi qu'à la rigueur ce liquide peut sauver un homme. Il en donne une analyse chimique.

Quant au Père Jaussen, nous citerons de lui le passage suivant : « On a beaucoup écrit pour et contre la pratique de l'Arabe en expédition qui tue son chameau pour boire l'eau contenue dans son

Digitized by Google

estomac. J'ai mis le fait en doute, devant des bédouins qui se sont récriés aussitôt : « Ceci est arrivé à Hamed, un Sahary, à Gagoul, un Sarari... » Il mentionne aussi le cas d'une bande d'Ataouneh qui, mourant de soif dans le désert, tuèrent un chameau pour boire le sang, mais ils succombèrent le jour même .

Les historiens arabes racontent en détail que lors de l'expédition de Tobrouk, en l'an 9 de l'Hégire (630), l'armée du prophète était dans une telle détresse et manquait tellement d'eau qu'on dut tuer un certain nombre de chameaux, quoi qu'ils fussent en petit nombre, pour prendre l'eau qui était dans leur estomac.

Les 14 et 15 mai 1909, les tirailleurs sénégalais du commandant Frèrejean, pendant les opérations de pacification de la Mauritanie, furent surpris, pendant qu'ils étaient en marche sur Aguilal par une chaleur torride. Ils manquèrent d'eau. Affolés, ils tuèrent des chameaux de leur convoi pour boire l'eau de la poche intérieure de l'estomac. Ils crevaient à coups de baïonnette, dans leur hâte furieuse, les outres pleines d'eau qu'on venait d'aller leur chercher au loin et tiraient des coups de fusil sur ceux qui approchaient pour avoir leur part.

Le naturaliste Brehm, se basant surtout sur son dégoût personnel et sur son aversion pour le chameau, se refuse à admettre l'exactitude de ces récits dont il paraît d'ailleurs douter *a priori*. « Je me suis encore informé auprès des chameliers : aucun n'avait connaissance d'un pareil conte ; un mensonge aussi grossier était nouveau pour eux. Plus tard, lorsque j'ai eu à abattre des chameaux qui avaient été abreuvés la veille, je me suis convaincu qu'il était impossible de boire de l'eau mêlée pendant des jours entiers aux aliments et au suc gastrique. Le chameau a déjà une odeur repoussante ; mais une pareille bouillie stomacale répugnerait même à un homme à demi-mourant de soif ; l'odeur d'un estomac de chameau fraîchement ouvert est insupportable ».

Il s'agit, nous l'avons dit, non pas d'être « à demi-mourant de soif », mais d'être menacé de mourir bel et bien. D'autre part, les chameliers des bords du Nil auxquels Brehm s'est adressé étaient les derniers qualifiés pour donner des renseignements sur les déserts véritablement privés d'eau. Je devais néanmoins relever cette opinion de Brehm parce qu'elle est partagée par divers auteurs, qui ne soupçonnent sûrement pas qu'il se produit tous les ans dans le désert, et même à proximité de nos villes du Sahara algérien, un certain nombre de cas de mort par la soif.

En ce qui concerne l'affirmation de Brehm sur la nature du liquide conservé dans les cellules aquifères, elle est en contradiction avec les observations des physiologistes, mais s'explique par ce fait que les chameaux qu'il a dû abattre étaient évidemment des animaux malades.

Puisque nous parlons des ressources suprêmes que peut fournir au voyageur démuni de vivres le chameau encore vivant, il est une pratique extraordinaire en usage chez les Maures de l'Ouest, dans certains cas exceptionnels. Lorsque le besoin de nourriture se fait vivement sentir et qu'on manque de toute autre ressource, on peut en fendant la peau qui recouvre la bosse, découper et extraire celle-ci avec précaution sur l'animal vivant, puis recoudre la peau après l'avoir remplie de paille hachée menu et panser la blessure. Le tissu adipeux ne repousse pas. L'animal qui a subi cette opération et qui a perdu sa réserve alimentaire, a besoin par la suite d'être alimenté d'une façon constante et ne peut plus supporter les privations. Cette pratique singulière serait, paraît-il, usitée chez les Tadjakant et Berabich de l'Ouest Africain.

III. — Le régime alimentaire du chameau.

La question de l'alimentation est assurément la plus importante, mais aussi la plus délicate à bien étudier. La sobriété, tout à fait remarquable, du chameau a donné lieu à des exagérations et à des légendes fâcheuses. Les uns ont cru qu'il pouvait à peu près se passer de boire et de manger et qu'il était possible de le faire jeuner *ad libitum* ; les autres, constatant que les chameaux traités de la sorte mouraient tout à coup mystérieusement, ont proclamé que c'étaient des animaux essentiellement délicats et difficiles à élever.

De semblables opinions sont réellement difficiles à expliquer quand on cherche à se rendre compte de leur bien fondé. Il est reconnu de tous que le travail musculaire effectué par un animal quelconque constitue une dépense d'énergie vitale qui exige une récupération de forces. Cette récupération est obtenue au moyen de l'absorption d'une ration journalière que l'on calcule rigoureusement pour nos divers animaux domestiques et que l'on ajoute à la consommation journalière d'entretien. Le moteur animal, pas plus que le moteur mécanique, ne peut fonctionner à vide.

Pourquoi le chameau ferait-il exception à cette règle? La conformation de son estomac, apte à conserver des réserves d'eau, et de sa bosse, apte à conserver des réserves de carbone sous forme de graisse, lui permet, il est vrai, de recevoir cette récupération plus irrégulièrement que les autres moteurs vivants, mais elle ne lui permet pas de s'en passer. En fin de compte, il doit recevoir un total de matières

Digitized by Google

assimilables, de protéine, adéquat à sa masse.

En réalité, le chameau est bien un animal très sobre et très rustique, doué d'un pouvoir d'abstinence réellement considérable, mais il est nécessaire qu'il boive et qu'il mange à proportion de sa taille. Ce qui est surtout remarquable chez lui, c'est qu'il se nourrit d'une végétation grossière, souvent entièrement desséchée, dont aucun animal ne se contenterait et que lui seul peut utiliser. En outre, il peut réellement rester sans boire, en travaillant par des temps chauds, beaucoup plus longtemps que ne saurait le faire aucun autre animal domestique.

Sa conformation était destinée à lui permettre de vivre quand il se trouvait à l'état sauvage, sans boire, ou en ne buvant qu'exceptionnellement, comme le font les ruminants et autres mammifères déserticoles. Son instinct et ses vigoureux moyens de locomotion lui permettaient d'errer sans cesse et d'émigrer librement à la recherche de pâturages assez verts pour qu'il eût jamais, ou tout au moins exceptionnellement, besoin d'eau, si rare dans les déserts où il habite.

Maintenant que l'homme a asservi le chameau, le maintient auprès de lui en le faisant stationner ou travailler dans des régions qui, très souvent, ne sont pas favorables à son existence, il est de toute nécessité qu'il lui accorde le supplément d'eau qui lui est devenu nécessaire par suite de ce changement de vie. Ce supplément doit être calculé, d'après les conditions où il se trouve. Tous les renseignements que nous pourrons donner ne peuvent servir qu'à montrer combien cette quantité est variable et ne peut être déterminée par des chiffres.

Il en est de même pour la nourriture. Les conditions dans lesquelles le chameau s'alimente varient tellement qu'elles légitiment d'énormes écarts entre les divers renseignements donnés à ce sujet par les auteurs les plus sérieux. Le climat, la température, l'état des pâturages qui diffère lui-même suivant les perturbations atmosphériques du moment et même des saisons précédentes, la nature de ces pâturages et leur composition, le supplément de nourriture qu'il trouve ailleurs, le travail qu'il fait, le poids, la taille, la race même et le tempérament spécial de chaque animal font varier dans des proportions très considérables la quantité des aliments et des vivres qu'absorbe quotidiennement un chameau.

Dans ces conditions, il est difficile de poser des règles précises destinées à suppléer à l'expérience journalière qu'ont les nomades qui vivent à côté de lui et il est non seulement utile, mais absolument indispensable d'y recourir. C'est pour cette raison que, dans la formation des corps à chameaux, quand ceux-ci ne comprennent pas de nomades, on a toujours eu soin de leur attacher des bergers ou conducteurs appartenant à une race d'éleveurs de chameaux.

J'en donnerai comme exemple la Mission Foureau-Lamy, composée de Kabyles qui n'avaient jamais vu de chameaux, les corps méharistes du Soudan, qui étaient, au début, recrutés surtout chez les nègres, le Camel, corps anglais formé de soldats européens, tous les convois militaires de nos colonnes d'Algérie, etc. Cette précaution est indispensable, car il faut savoir non seulement quand il convient d'abreuver et de faire paître les animaux, mais quel genre de pâturage il faut leur donner, suivant l'occurrence. Toutes les plantes sahariennes ne sont pas également bonnes pour le chameau, et seuls, les indigènes habitués à un pays, savent comment il faut y traiter le chameau; les endroits où il faut le mener suivant la saison et ceux où il est inutile ou mauvais de le conduire.

Jusqu'à présent, les Européens d'Australie sont les seuls qui soient arrivés à se passer d'auxiliaires nomades ayant une connaissance héréditaire du chameau.

La grande supériorité que possède dans le désert le chameau sur tous les autres animaux domestiques consiste, répétons-le, de pouvoir *momentanément* supporter la soif et la faim mieux qu'aucun d'eux. Là où une autre bête défaillerait et laisserait son maître en danger, lui peut encore marcher plusieurs jours sans paraître souffrir et se tirer d'affaire. C'est seulement plus tard qu'il paie les fatigues et les privations qu'il a subies, si son maître n'a pu, ni voulu, prendre les précautions nécessaires. Il faut le plus tôt possible lui donner le repos et la nourriture indispensables pour le remettre sur pied.

C'est un énorme avantage, mais c'est le seul, et il ne faut pas croire qu'on puisse se dispenser d'alimenter cet animal. Il faut, en outre, que le chameau que l'on emploie parte en très bonne condition et que les périodes de disette ne se prolongent pas trop, car son endurance n'est pas illimitée et il peut très bien finir, lui aussi, par s'arrêter en cours de route. Or, dans ce cas, comme il marche patiemment et sans aucune manifestation de fatigue jusqu'à ce qu'il soit au bout de ses forces, on le voit subitement s'immobiliser et s'accroupir, incapable même de se relever. Il succombe généralement sur place.

Tous ceux qui s'occupent du chameau s'accordent aujourd'hui sur ce point, qui a toujours été bien connu des indigènes éleveurs du monde entier, mais il n'en a pas toujours été de même.

Le colonel Carbuccia, dans son ouvrage sur le dromadaire, se vante d'avoir présenté au général Marey Monge des animaux « qui n'avaient pas mangé depuis trois jours, ni bu depuis trois mois et qui ne parais-

Digitized by Google

saient pas souffrir de cette abstinence ». Il ne dit pas ce qui leur advint ensuite de ce jeûne prolongé. Il aurait dû d'autant moins le leur infliger, que lui-même classe la faim parmi les maladies les plus redoutables du chameau, la seconde par l'importance des décès qu'elle occasionne.

Nous ne classerons pas la faim comme maladie : elle peut et doit être évitée si on a su prendre les précautions nécessaires. Ce n'est que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, imposées par des nécessités stratégiques qu'on doit escompter la sobriété du chameau et l'utiliser jusqu'à ses extrêmes limites.

Les Asiatiques se sont, beaucoup mieux que nous, rendu compte de la nécessité qu'il y a à nourrir le chameau comme les autres animaux domestiques, lorsqu'on l'emploie et Léon l'Africain, qui a parcouru et comparé les diverses régions où vit cet animal, a été frappé du fait. Il insiste sur ce point qu'en Asie on leur donne du grain et qu'on les traite en route beaucoup plus comme des animaux de bât ordinaires que comme des chameaux.

Après ce long préambule, j'entre dans le vif de la question. Mais je rappelle encore que toutes les indications et tous les chiffres que je donnerai n'ont rien d'absolu et ne sauraient dispenser d'avoir recours à l'expérience des indigènes habitués au chameau.

(La fin à la prochaine livraison.)

Fig. 4. — Arabe attaqué par un lion, d'après le tableau d'HORACE VERNET.

Digitized by Google

Informations scientifiques

L'ozone et les rayons ultra-violets. — L'ozone existe dans l'air, en quantité petite et variable : $0^{mgr},01$ ou $0^{mgr},02$ par mètre cube. Le maximum constaté atteindrait $0^{mgr},1$ environ. Cet ozone résulte de phénomènes électriques et de l'action des rayons ultra-violets : en tout cas la proportion d'ozone s'accroît dans l'air soumis à l'action de l'énergie électrique ou à celle des rayons en question. Au voisinage d'une lampe en quartz, où ceux-ci sont abondants l'odeur de l'ozone se fait nettement percevoir. On a beaucoup vanté les effets physiologiques bienfaisants de l'ozone : peut être est-ce là une exagération. Car une atmosphère contenant 4 milligrammes d'ozone par mètre cube est intolérable. Dans ces conditions il convient de rechercher si la lampe en quartz avec ses rayons ultra-violets peut exercer une influence nuisible sur l'organisme. C'est ce qu'a fait M. J. Dalbiez dans une note présentée à l'Académie des Sciences. L'expérience faite avec une lampe de quartz de 1 500 bougies montre que l'ozone se fait plus abondant, surtout dans le voisinage immédiat de la lampe. On arrive à des teneurs de $0^{mgr},7$ ou $0^{mgr},8$, à 10 et 15 centimètres de la lampe : plus loin elles sont moindres. En pièce close, la teneur peut atteindre en moyenne $0^{mgr},3$ par mètre cube d'air toujours. Mais naturellement la durée de l'expérience joue un grand rôle. Car la teneur peut atteindre $0^{mgr},6$ et $0^{mgr},7$. Est-ce là une proportion dangereuse pour la santé? Les expériences que M. Dalbiez a faites sur lui-même montrent que déjà à la dose de 1 ou $1^{mgr},5$ par mètre cube, des symptômes d'irritation des muqueuses sont présents au bout d'une demi-heure. Ce serait la dose irritante minima. Dans ces conditions les teneurs ordinairement rencontrées au voisinage de la lampe de quartz (de $0^{mgr},05$ à $0^{mgr},3$) seraient tout a fait inoffensives. Dans une petite pièce toutefois il faudrait se méfier, si celle-ci n'était pas bien ventilée.

La culture mycélienne des termites indochinois. — On sait que les termites en Indochine cultivent les champignons. Du moins les choses se passent comme si... Il y a une analogie avec l'activité des fourmis champignonnistes sud-américaines. M. J. Bathellier qui a étudié la manière de faire des termites constate les faits suivants (*Acad. des Sciences*, 20 juin) :

Dans les deux cas, c'est-à-dire chez les fourmis et chez les termites, les champignons poussent sur des meules formées de substances ligneuses mastiquées par les insectes et accumulées. La matière première des fourmis consiste en fragments de feuilles vertes découpés sur certains végétaux ; dans celui des termites indochinois, en petits morceaux de feuilles et de tiges sèches de graminées, de feuilles sèches de végétaux divers récoltés sur le sol aux abords du nid. La meule des termites ne consiste pas en excréments ; la matière qui la compose n'a pas été digérée ; on n'y trouve pas le fluide rectal brun que suintent les termites dits champignonnistes comme les autres isoptères.

La meule des termites, comme celle des fourmis, est revêtue d'un velours mycélien fin, et porte çà et là de petites productions sphériques, blanchâtres d'un millimètre environ de diamètre, constituées par le feutrage de filaments spéciaux du champignon, par les mycotètes qui sont l'ébauche d'autant de chapeaux d'un basidiomycète

La mycotète isolée et cultivée en milieu approprié se transforme du reste en un chapeau : avorté, mais reconnaissable. Dans les mycotètes on constate le développement graduel des organes de l'appareil fructificateur. Le basidiomycète des meules de termites est une agaricinée : *Volvaria eurhiza*.

Il est rare que la mycotète évolue en chapeau reproducteur. Les filaments mycéliens qui la constituent prennent généralement un aspect particulier auquel ils se tiennent. Le même phénomène se produit chez les accumulations de filaments mycéliens qui sont chez les fourmis l'équivalent des mycotètes : affaire de convergence de forme et de structure sans doute imposée par le milieu où se développent les champignons. Sorties de la termitière, les meules évoluent : les éléments mycéliens reprennent l'aspect normal et commencent à édifier un chapeau reproducteur. Seulement ils sont le plus souvent étouffés par un autre champignon, *Xylaria Gardneri minor* qui est toujours présent, mais reste inapparent tant que la meule reste dans la termitière.

Les termites cultivent-ils réellement leurs champignons et qu'en font-ils? En tout cas des champignons se développent jusqu'à un certain point.

Le traitement du cancer par autolysats cancéreux. — M. Joseph Thomas, après avoir eu recours à la sérothérapie anticancéreuse préconisée par Ch. Richet, (1895), a préféré y renoncer à la suite d'un accident assez sérieux d'anaphylaxie survenu après plusieurs injections de sérum anti-néoplasique, dans un cas de tumeur maligne du sein, et a eu recours aux injections de produit d'autolysats cancéreux préparés selon une technique qu'il a déjà décrite. Ayant pratiqué cette nouvelle méthode depuis un temps assez long, il est parvenu à un ensemble de conclusions qu'il a fait connaître à l'Académie des Sciences (juin). Que nous dit-il? Le voici, en peu de mots.

Il n'existe pas de spécificité, dit-il, quant à la nature histologique et à l'origine du tissu utilisé, de telle sorte que, pratiquement, il est aisé d'employer des vaccins préparés d'avance ; en second lieu, les produits préparés avec du tissu cancéreux datant d'au moins trois mois sont plus efficaces que ceux qui sont préparés avec le même tissu fraîchement recueilli, et les malades encore gras et corpulents sont moins favorablement influencés que les malades maigres ; l'optimum des résultats étant obtenu chez les sujets neufs, c'est-à-dire opérés ou non, mais n'ayant pas été soumis à l'action des rayons X. Enfin des injections sous-cutanées pratiquées dans des régions même éloignées du siège du néoplasme, dans des cas de cancers de la peau, de la langue, de l'œsophage, de l'estomac, du sein, de l'utérus, déterminent le plus souvent l'atténuation et même la cessation des douleurs, la diminution de volume de la tumeur principale et des adénopathies, la disparition de la fétidité des écoulements, l'augmentation du poids corporel avec relèvement de l'état général.

Les phénomènes se maintiennent ainsi plusieurs mois, un cancer de la langue depuis seize mois, un cancer de l'estomac depuis trois ans, des cancers cutanés depuis plusieurs années.

Digitized by Google

L'auteur ajoute que cette amélioration des tumeurs cancéreuses après injections d'autolysats cancéreux est si évidente qu'il proposerait au chirurgien qui a enlevé un néoplasme, de faire suivre son intervention d'injections de tissus autolysés, ce qui éviterait peut-être une récidive.

Il irait plus loin même.

« Qui sait, dit-il, si ces injections, lesquelles sont, d'ailleurs, très bien supportées et ne donnent lieu à aucun accident local ou général, ne prémuniraient pas les sujets normaux contre l'apparition éventuelle d'un cancer? Si je pouvais citer mon propre exemple, je dirais que quoique n'étant nullement atteint de cancer, je n'ai pas hésité à me faire cette vaccination préventive. »

Evidemment M. J. Thomas, qui a une longue expérience du cancer, a la foi aussi. On ne peut que la souhaiter justifiée.

Une nouvelle maladie de la vigne. — Les races animales ou végétales seraient-elles d'autant moins résistantes et plus exposées aux maladies, aux attaques des parasites, aux influences nuisibles en général, qu'elles ont plus d'ancienneté dans la civilisation, qu'elles sont depuis plus longtemps soustraites à la vie naturelle? Il est certain que les espèces cultivées ont beaucoup de maladies. MM. P. Viala et P. Marsais viennent de décrire une nouvelle maladie de la vigne, attaquant les grains de raisin arrivés à maturité après invasion des vieilles feuilles. Les raisins éclatent par distension inégale des tissus et se dessèchent. On a donné le nom de *Sclériase* à la nouvelle maladie qui paraît confinée jusqu'à maintenant dans le vignoble roumain de Bessarabie. Elle est due à un parasite.

L'extrême rapidité de l'évolution de celui-ci qui a reçu le nom de *Sordaria uvicola* (espèce nouvelle) fait craindre que, lorsque les années seront favorables à son développement, il ne produise de graves dégâts. Il y aurait donc danger à le voir introduire dans nos vignobles à raisins blancs où la vendange est faite au moment de l'extrême maturité. Cependant les bouillies cupriques paraissent avoir une certaine efficacité pour enrayer la maladie.

Le *Sordaria uvicola* a une évolution très complexe dans ses organes végétatifs et de reproduction ; celle-ci est précisée par les deux auteurs ; un des points particuliers est celui qui est relatif à l'influence du milieu nutritif, car, comme les bactéries et en opposition avec ce qui se passe pour les champignons parasites ou saprophytes, le *Sordaria uvicola* redoute l'acidité organique.

Une nouvelle drogue sensorielle. — Chacun a entendu parler du Peyotl, de la plante mexicaine qui fait les yeux émerveillés en provoquant des hallucinations visuelles assez curieuses. Voici qu'il est parlé d'une autre, le Yagé, par MM. G. Perrot et Raymond-Hamet (Acad. des Sciences, mai). Par Yagé on désigne une liane connue depuis 1858, de l'Equateur, et qui a reçu d'autres noms aussi. D'après les auteurs, le Yagé est une liane décrite par Villavicencio, pour la première fois, en 1858, sous le nom d'Ayahuasca, qu'elle porte dans l'Equateur. Le Caapi a été trouvé par Spruce et rapporté par Grisebach à une Malpighiacée, le *Banisteria Caapi*. Le voyageur français Crevaux, en 1883, rapporte que certains indigènes du sud colombien emploient une liqueur enivrante à base d'écorce de Yagé, et que d'autres utilisent la racine jaune du Caapi. Rocha a confirmé, en 1905, l'usage du Yagé dans la Caqueta, colombienne.

Zerda-Bayon, dans un rapport d'expédition scientifique en Colombie, a attribué au Yagé des propriétés merveilleuses, un peu fantaisistes, qui ont été vulgarisées en France par Warcollier. Le Dr Reinburg, expérimentant sur lui-même, confirme cependant une partie des effets euphoriques et des hallucinations visuelles provoquées par l'ingestion de la drogue.

En 1908, Koch-Grunberg, qui passa deux années chez les Indiens, rapporte le Yagé au *Banisteria Caapi* et Whiffen affirme que la liane est désignée, indifféremment, dans le nord-ouest de l'Amazone, sous les noms d'Ayahuasca et de Caapi.

Zerda-Bayon a reconnu l'existence dans la plante d'un alcaloïde auquel il a donné le nom de télépathine, en raison de la stimulation de la mémoire qu'il occasionnerait. Cardenas, le premier, a isolé cet alcaloïde ; Villalba a montré qu'en réalité il y a deux alcaloïdes, la Yagéine (1,50 p. 100 de feuille) et la Yagénine beaucoup moins abondante et non encore étudiée. La Yagéine n'est autre chose que la télépathine.

Les auteurs ont pu extraire sans peine la Yagéine en belles aiguilles blanches, fondant à 253° et donnant des réactions colorées typiques qu'ils décrivent.

Quelle est l'action de cet alcaloïde?

Cet alcaloïde, nous est-il dit, a été expérimenté sur le pigeon, le cobaye et le chien. Il est très actif, sa dose léthale est d'environ 200 milligrammes par kilogramme d'animal. A dose toxique il provoque de l'incoordination motrice, de la parésie et des convulsions. A dose mortelle il paralyse le centre respiratoire. Il exerce une action anesthésique locale. Les essais ont été faits avec M. Regnier qui a appliqué sa technique personnelle connue. La solution à 0,4 p. 100 de chlorhydrate de *télépathine* a le même pouvoir anesthésique local qu'une solution à 0,2 p. 100 de *chlorhydrate de cocaïne*.

La télépathine ou Yagéine semble être chez l'homme un puissant stimulant provoquant de l'euphorie avec une augmentation de la mémoire et des facultés intellectuelles en même temps qu'une alacrité musculaire analogues à celles des caféiques.

Elle peut, en outre, provoquer chez l'homme à l'état de veille des hallucinations visuelles curieuses, mais il est absolument certain qu'elle est dépourvue des actions télépathiques ou métagnomigènes qu'on lui a naïvement attribuées.

Enfin il semble que la télépathine ait le pouvoir de provoquer chez l'homme sain une glycosurie analogue à la glycosurie phloridzinique.

Le pétrole du fond de la mer. — D'après une des théories de l'origine du pétrole, celui-ci proviendrait de la décomposition au fond de la mer d'organismes animaux et végétaux, et, en fait, le pétrole voisine fréquemment avec des dépôts de sel marin. Si cette théorie est exacte on pourrait s'attendre à trouver du pétrole en formation dans le fond des océans. Un technicien américain cherche s'il en est ainsi. Et le long des côtes de Californie et de la Caroline des échantillons nombreux des sables et boues du fond ont été recueillis, pour détermination de leur aptitude à former du pétrole par combustion de tous les éléments combustibles. Quel est le résultat obtenu? C'est que tous les types de sédiments, à la distillation, fournissent de « l'huile » : et « l'huile » en américain, c'est du pétrole. Pas beaucoup sans doute, depuis presque rien par tonne pour le sable jusqu'à près de 3 *gallons* (environ 12 litres) dans l'argile. Pétrole ou combustible

Digitized by Google

quelconque? Ce n'est pas tout à fait la même chose... Ce serait 5 ou 10 p. 100 de ce que fournissent les schistes. Ce sont les sédiments les plus fins qui sont les plus riches. On ne sait trop ce que donneront ces recherches au point de vu pratique immédiat, mais l'intérêt théorique en est certain.

L'origine de la pomme de terre. — L'histoire de cette origine est quelque peu confuse. La légende est que le précieux tubercule aurait été rapporté de Virginie par des colons anglais. Or il semble qu'une confusion ait été faite entre la pomme de terre, *Solanum tuberosum*, et la patate douce, *Ipomea batatas*, que Colomb a connue, et aussi la *Glycine apios* de Virginie. En fait, la patate a été connue aux Canaries, en Espagne, et par là en Angleterre bien avant la découverte de la pomme de terre. Cette dernière existait au Chili et au Pérou, mais n'avait pas atteint les rives de la mer des Caraïbes. Ce furent des Espagnols qui, de l'Amérique du Sud, l'introduisirent en Europe où elle était cultivée en Irlande avant 1663. Ce ne fut qu'en 1719 qu'elle passa d'Angleterre dans l'Amérique du Nord, dans le Nouveau-Hampshire. Ni Raleigh, ni Drake n'ont ramené les pommes de terre de l'Amérique du Nord. Telle est du moins la conclusion d'une étude de M. W.-C. Safford publiée dans l'*Annual Report* de la Smithsonian.

Rayons X et graines. — On a dit que l'irradiation des graines par les rayons X est invariablement nuisible. Ce serait une erreur d'après un botaniste américain, M. M. Jacobson, qui déclare des doses modérées de rayons X capables de provoquer chez les graines un rendement considérablement accru. Jusqu'ici on a fait usage de doses excessives de rayons durs : de là la conclusion qui a généralement cours.

L'expérience faite dans les conditions autres proposées montre que les plantes issues de graines irradiées poussent plus vite et avec plus de vigueur, mettent à fleur et à fruit plus tôt, et rendent beaucoup plus en certains cas au moins, car le rendement est accru dans des proportions variant de 15 à 170 p. 100. Les fruits sont plus nombreux et souvent plus volumineux. Les graines ne sont pas seules à tirer avantage de l'irradiation. Les tubercules font de même; des pommes de terre issues de tubercules irradiés ont donné des rendements de 35, 107 et 170 p. 100 supérieurs, en plein champ. Mais il faut observer que la lumière a une influence défavorable sur les tubercules à bulbes irradiés : il faut protéger ceux-ci contre le soleil après irradiation pour obtenir l'accroissement de rendement. Le temps toutefois ne fait rien à l'affaire : la durée s'écoulant entre l'irradiation et la plantation est sans importance, car des graines et tubercules irradiés trois mois auparavant font tout aussi bien que d'autres qui sont semés ou plantés immédiatement après irradiation.

L'intelligence des policiers. — Une étude faite dans la ville de Palo Alto en Californie semble établir que l'intelligence moyenne des sergents de ville et gardiens de la paix vaut celle des étudiants des universités, et des officiers. Pendant deux ans tous les candidats ont été soumis au test *Alpha* qui durant la guerre a servi à établir une classification des soldats au point de vue intellectuel. L'expérience a montré que l'intelligence Alpha moyenne des hommes ayant passé deux ans dans le métier est de 1435, c'est-à-dire supérieure à l'intelligence moyenne des officiers, et souvent aussi des étudiants. On observera que la moyenne des hommes acceptés pour le service militaire à titre de soldats n'était que de 60 environ. La moyenne des *policemen* qui ont dû être congédiés pour cause d'insuffisance d'intelligence ou de conduite a été de 137. Par contre, celle des *policemen* qui ont quitté le service pour des métiers plus élevés était de 171. Les jeunes gens capables et intelligents ne restent pas dans la police : ils cherchent et trouvent mieux, et s'évadent.

L'apparition ou la localisation de la nicotine dans la plantule de tabac. — M. J. Chaze (Ac. des Sciences) a voulu savoir à quel moment la nicotine commence à se montrer dans la plantule.

Dans la graine à l'état de vie ralentie, nous dit l'auteur, il a été impossible de déceler, au moyen des méthodes cytologiques et microchimiques qui vont être indiquées, les moindres traces de nicotine. Par contre, cet alcaloïde apparaît dans la plantule dès les tout premiers stades de la germination.

Dans les plantules, de 1 millimètre de longueur, on observe dans les cellules un grand nombre de globules graisseux et des corpuscules de mêmes grosseur et qui correspondent aux grains d'aleurone; si l'on colore de telles plantules au rouge neutre, on voit ces grains fortement colorés en rouge, nettement ils renferment encore un corps réfringent qui représente le cristalloïde de protéine ; dans les plantules un peu plus âgées et après coloration au rouge neutre, on voit des précipités d'un rouge plus foncé, animés de mouvements browniens et qui résultent de la précipitation de la substance protéique des grains d'aleurone. En faisant passer le réactif de Bouchardat

$$(I = 1^g, \quad I\,K = 3^g, \quad H^2O = 100^g)$$

dans la préparation, on obtient tantôt un signe positif, tantôt un négatif.

Chez la plantule plus âgée (5 millimètres environ de longueur) réaction positive nette, et précipités de nicotine, à l'intérieur des vacuoles contre les trabécules protoplasmiques. En ce qui concerne la localisation de la nicotine dans les plantules on constate que dans les plantules de 3 millimètres de longueur, la nicotine est visible surtout un peu au-dessus du point végétatif de la racine, dans l'assise pilifère, dans les poils absorbants; elle existe aussi mais, en moindre quantité, dans les cotylédons, incolores à ce stade.

Dans les plantules de 5 à 10 millimètres de longueur, la nicotine peut être décelée dans les mêmes régions ; toutefois, dans les poils absorbants, elle est moins abondante ; elle est aussi moins visible dans les cotylédons verdis, sauf dans l'épiderme de ceux-ci, assise dans laquelle les précipités sont très denses. Ces diverses observations ont été faites par transparence sur des plantules entières.

On peut conclure de ces recherches que la nicotine apparaît dès les premiers stades de la germination dans les vacuoles dérivées des grains d'aleurone, avant la transformation de ceux-ci en vacuoles filamenteuses, et qu'on la retrouve dans la plantule à tous les stades de l'évolution du vacuome.

Mais l'auteur ne nous dit pas s'il faut la considérer comme un déchet, ou, au contraire, comme une réserve alimentaire.

Digitized by Google

L'homme invisible

PAR

Régis MESSAC

Professeur à l'Université Mc-Gill (Canada).

La plupart des imaginations qui sont à la base des romans scientifiques ne sont ni si nouvelles, ni si récentes, ni si inattendues que beaucoup de gens le croient. La plupart ont leur source dans la légende. On a placé les enfers dans les entrailles de la terre avant d'y placer, comme Jules Verne, un monde préhistorique, et l'on a fait voler Icare avant que ce même Jules Verne n'imaginât Robur le Conquérant. Bien souvent même, on peut retrouver toute une série d'intermédiaires, extrêmement curieux, entre les antiques rêveries de nos pères, et les imaginations scientifiques modernes qui sont parfois si près de la science qu'elles ne font que la devancer. La plupart des romans scientifiques ne sont que des descriptions de miracles, conçus comme réalisés, ou tout au moins comme réalisables, et dont on s'efforce de justifier la possibilité.

Le miracle de l'invisibilité a été l'un des plus anciennement rêvés, et tout le monde sait que l'on en trouve déjà une affabulation romanesque dans la légende de l'anneau de Gygès, racontée par Platon et par Hérodote. Mais ici, le nombre des intermédiaires est extrêmement restreint, et il nous faudrait sauter brusquement de l'anneau de Gygès au célèbre roman de H. G. Wells, si là comme presque partout ailleurs en pareille matière nous ne trouvions sur notre chemin l'inépuisable fantaisie de Cyrano de Bergerac.

Cyrano, en effet, entre autres merveilles, décrit celle de l'invisibilité réalisée. C'est au cours de son voyage au soleil que lui advient cette mirifique aventure. Cyrano se dirige vers cet astre au moyen d'une machine de cristal, dans laquelle la chaleur solaire, concentrée au moyen de miroirs ardents, opère le vide, et détermine ainsi une force ascensionnelle suffisante. Mais voilà que, parvenu à une certaine hauteur, notre Gascon éprouve la plus vive des surprises :

> De temps en temps je regardais en haut pour admirer la vivacité des nuances qui rayonnaient dans mon petit dôme le cristal, et j'ai la mémoire encore présente que comme je pointais alors mes yeux dans le bocal du vase, voici que, tout en sursaut, je sens je ne sais quoi de lourd qui s'envole de toutes les parties de mon corps. Un tourbillon de fumée fort épaisse et quasi palpable suffoqua mon verre de ténèbres ; et, quand je voulus me mettre debout pour contempler ce noir, dont j'étais aveuglé, je ne vis plus ni vase, ni miroirs, ni verrière, ni couverture à ma cabane. Je baissai donc la vue à dessein de garder ce qui faisait ainsi tomber mon chef-d'œuvre en ruine ; mais je ne trouvai, à sa place et à celle des quatre côtés et du plancher, que le ciel tout autour de moi. Encore ce qui m'effraya davantage, ce fut de sentir, comme si le vague de l'air se fût pétrifié, je ne sais quel obstacle invisible qui repoussait mes bras quand je les pensais étendre. Il me vint alors dans l'imagination que, à force de monter, j'étais sans doute arrivé dans le firmament, que certains philosophes et quelques astronomes ont dit être solide. Je commençai à craindre d'y demeurer enchâssé ; mais l'horreur dont me concerna la bizarrerie de cet accident s'accrut bien davantage par ceux qui succédèrent ; car ma vue, qui vaguait çà et là, étant par hasard tombée sur ma poitrine, au lieu de s'arrêter à la superficie de mon corps, passa tout à travers ; puis, un moment ensuite, je m'avisai que je regardais par derrière et presque sans aucun intervalle. Comme si mon corps n'eût plus été qu'un organe de voir, je sentis ma chair, qui, s'étant décrassée de son opacité, transférait les objets à mes yeux, et mes yeux aux objets par chez elle ; enfin, après avoir heurté mille fois, sans la voir, la voûte, le plancher et les murs de ma chaise, je connus que, par une secrète nécessité de la lumière dans sa source, nous étions, ma cabane et moi, devenus transparents.

La naïveté du langage de Cyrano paraît aujourd'hui charmante ; mais il faut bien avouer qu'elle ne nous dissimule que très imparfaitement l'insuffisance de ses explications. Comment la chair de Cyrano s'est-elle « décrassée de son opacité »? Sans doute, on entrevoit qu'une partie de la matière de son corps — la partie opaque — s'est envolée tout à l'heure, aspirée par le soleil, à cause « d'une secrète nécessité de la lumière dans sa source ». Il n'est plus resté que la « matière subtile », qui est, elle, transparente. Mais comment est-elle? — « Je me figure, dit Cyrano, que le soleil, dans une région si proche de lui, purge bien plus parfaitement les corps de leur opacité en arraugeant plus droits les pertuis imperceptibles de la matière que dans notre monde. » Autrement dit, la lumière devient capable de passer entre les atomes. Encore ne traverse-t-elle pas avec une égale facilité les atomes de tous les corps. La machine de cristal de Cyrano devient complètement invisible, mais son corps n'est que « diaphane » puisqu'il a le plaisir de contempler le jeu de ses organes:

> ... mes poumons conservaient encore, sous un rouge incarnat, leur molle délicatesse; mon cœur, toujours ver-

Digitized by Google

meil, balançait aisément entre le sistole et le diastole ; mon foie semblait brûler dans un pourpre de feu, et, cuisant l'air que je respirais, continuait la circulation du sang ; enfin, je me voyais, me touchais, me sentais le même, et si pourtant je ne l'étais plus.

Ici le miracle est ramené à des proportions plus humaines, puisque réalisées de nos jours : ce n'est plus de l'invisibilité mais de la radioscopie. Les rayons du soleil sont des rayons X.

***

Les insuffisances mêmes de ce récit, qui réussit à nous amuser, mais nullement à nous convaincre, ni même à nous troubler, nous font mieux sentir les difficultés du problème, et cela nous aide à comprendre pourquoi les romans de l'homme invisible sont beaucoup plus clairsemés que ceux de l'homme artificiel ou de l'homme volant, ou de l'homme qui ne meurt pas. Rendre le miracle de l'invisibilité vraisemblable, c'est un problème qui présente des difficultés techniques que toute l'ingéniosité d'un Cyrano ne saurait vaincre ; il y faut une science bien plus avancée que celle de son temps, et même alors une pratique de cette science que bien peu de littérateurs ont la patience et le courage d'acquérir. Les théories sur la propagation de la lumière sont encore un sujet de controverses infinies (la théorie d'Einstein n'est-elle pas, en partie, un effort désespéré pour y mettre fin?), et l'optique est une science au développement tardif et des moins accessibles à la vulgarisation.

Il n'est donc pas surprenant que nous devions attendre l'époque moderne — et même contemporaine — pour voir surgir des hommes invisibles. En fait, même, tous les récits que je connais sur ce sujet gravitent autour de celui de Wells (1). Tout le monde connait l'affabulation de ce roman. Un nommé Griffin a trouvé le moyen de se rendre invisible. Le point de départ de sa découverte est celui-ci : ce qui empêche un corps transparent d'être complètement invisible, c'est qu'il n'a pas le même indice de réfraction que l'air ; dans ce cas, même si les rayons lumineux le traversent, ils se trouvent déviés, et les contours de l'objet sont perceptibles. Il suffit donc de trouver un moyen de rendre les corps vivants non seulement transparents, mais doués du même indice de réfraction que l'air. Ce moyen, Griffin l'a trouvé ; il opère surtout au moyen d'une substance mystérieuse dont on se garde bien de donner la formule, car c'est un secret. Mais ce secret ne sert pas à grand'chose au dénommé Griffin. D'abord s'il a trouvé moyen de s'invisibiliser, il n'a pas réussi à invisibiliser ses vêtements. Il lui faut donc, pour être invisible aller tout nu, mais il grelotte. S'il veut s'habiller, nouvelle difficulté : les vêtements ne rendent visible qu'une partie de son corps, et une fois habillé, il a l'air d'un corps sans tête et sans mains. Pour pouvoir circuler sans attirer l'attention, il lui faut mettre des gants, se fabriquer tant bien que mal un masque, et encore a-t-il des allures étranges. Et puis il lui faut manger ; mais les aliments ne sont pas invisibles tant qu'ils ne sont pas digérés ; quand Griffin a absorbé un morceau de fromage, on le voit descendre en l'air à la place où se trouve l'œsophage de l'homme invisible, et il ne se résorbe que lentement. Bref, la vie de l'homme invisible n'est qu'un inextricable tissu de difficultés. Affamé, pourchassé, traqué, il finit par être acculé à la mort et à la catastrophe.

Il est visible que c'est là un conte philosophique beaucoup plus qu'un roman vraiment scientifique. Il paraît avoir attiré l'attention surtout en France, où il a trouvé des critiques et des imitateurs.

Des imitateurs, d'abord, et qui le suivent de très près, n'ajoutant presque rien à la part d'invention scientifique. Le fécond romancier Louis Boussenard dans *Monsieur... Rien* (1) s'est préoccupé de résoudre la question du vêtement. Monsieur Rien, avant de se rendre invisible, a considérablement développé, au moyen d'une préparation appropriée (en somme pas plus difficile à trouver que la formule de l'invisibilité), la vitalité de son système pileux : il est couvert d'une véritable toison. C'est un poilu, mais un poilu invisible, car chaque poil participe naturellement des vertus de tout l'organisme et est absolument perméable aux rayons lumineux. Mais l'inconvénient est que, lorsqu'il a plu, notre homme traîne après lui une odeur de chien mouillé qui décèle son passage. De plus, quand il marche sous la pluie, sa silhouette est vaguement dessinée par le rebondissement des gouttes. La pluie est donc sa grande ennemie. Pour le reste, Boussenard paraît avoir surtout cherché les effets de terreur. L'action se passe dans la Russie d'avant guerre et Monsieur Rien est un nihiliste qui cherche à assassiner le tzar, ce qui donne lieu à des péripéties mouvementées.

Edmond Cazal, dans *Joë Rollon* (édition française 1919), se rattache à Wells encore plus directement, puisque son héros commence par arracher à l'héri-

(1) Je ne tiens pas compte, bien entendu, des récits qui se bornent à reprendre le thème de l'homme invisible sous forme de légende, ou de roman purement merveilleux, c'est-à-dire où le miracle est présenté comme tel, sans tentative d'explication, tel par exemple le roman intitulé *Gongain, ou l'homme prodigieux transporté dans l'air, sur la terre et sous les eaux* (1711) où il est question d'une flèche qui rend invisible.

(1) Ce roman parut en 1907 ou 1908 dans un périodique intitulé *La Vie d'aventures*. A ma connaissance, il n'a jamais été recueilli en volume.

Digitized by Google

tier de Griffin les papiers qui contiennent la fameuse formule. Mais il entreprend de la perfectionner, car Joë Rollon est d'avis que Griffin était un imbécile imprévoyant. Il aura une seconde formule lui permettant de se rendre à nouveau visible ; il ne sera donc qu'un invisible temporaire, et quand ça lui dira. Il résout aussi la question du vêtement, car il a réussi à invisibiliser ses caleçons, ses chaussettes, son pyjama, ses pantoufles et sa robe de chambre. Après tout, qui peut le plus, peut le moins. L'auteur a évidemment entendu tirer le maximum d'effets de sa donnée initiale. Joë Rollon deviendra millionnaire, député, président du conseil ; rien ne lui résiste, tout lui cède, y compris les femmes. Une seule lui résiste quelque temps, aussi finit-il par l'épouser. Certains épisodes sont assez bien venus, notamment celui ou Joë Rollon, dans une pauvre église de campagne, se cache derrière une statue de la Vierge et fait pleuvoir les billets de banque sur une pauvre paysanne qui a perdu sa vache et est tombée dans la misère. Mais l'auteur s'éloigne beaucoup moins de Wells qu'il ne le croit, puisque, après avoir décrit en détail les effets de l'invisibilité, il finit en somme, tout comme Wells, par en démontrer la vanité : son héros lassé d'aventures renonce à être invisible et détruit les fameuses formules.

La fatalité avec laquelle cette conclusion s'impose pourrait nous inciter à quelques réflexions philosophiques. Au bout de deux ou trois histoires d'homme invisible, nous apercevons bien vite tout ce que l'idée de ce miracle a d'enfantin ; la conception est imprégnée par la mentalité des âges puérils où fut conçue la légende de l'anneau de Gygès. Aujourd'hui, si jamais ce miracle pouvait être réalisé, ce ne serait qu'un joujou scientifique bon à amuser les foules pendant quelques mois, et cent mille fois moins important que la théorie des phénomènes lumineux impliquée dans sa réalisation, et qu'il faudrait d'abord mettre debout.

Cette réalisation est d'ailleurs bien aléatoire et les récits de Wells ou de ses imitateurs soulèvent en plus d'un point des objections d'ordre scientifique. Indice de réfraction égal à celui de l'air, c'est très joli, mais l'indice de réfraction de l'air est-il toujours et partout le même? Il me semble que suivant la teneur en humidité cet indice doit varier, et rien n'indique que les variations du corps invisibles seraient concomitantes. Dans ce cas, l'invisiblité ne serait jamais parfaite, ou bien rarement.

Maurice Renard, dans *L'Homme qui voulait être invisible* (1), formule une autre objection bien plus grave encore : si toutes les parties du corps de l'homme invisible sont perméables aux rayons lumineux, les tissus de l'appareil oculaire sont entièrement traversés par eux ; ils sont donc absolument incapables de réfléchir et d'absorber la lumière pour la transformer en sensations lumineuses. Il s'ensuit logiquement que l'homme invisible serait en même temps un homme aveugle. C'est ce qui paraît arriver au héros de Maurice Renard qui, devenu aveugle à la suite de ses manipulations, se croit de bonne foi invisible. Des parents apitoyés et complaisants l'entretiennent dans son illusion, qui le console de sa cécité (2).

Ainsi, cette idée d'invisiblité, au premier abord si séduisante, si riche de possibilités au point de vue littéraire comme au point de vue scientifique n'aboutit guère qu'à un fiasco. A mon sens, c'est parce qu'elle est vraiment par trop anthropocentique. L'invisibilité et la visibilité ne dépendent que de notre œil, et du fonctionnement de notre œil, qui est un instrument bien imparfait, bien impuissant à atteindre l'essence de la réalité. Nous nous en apercevons bien en voyant, lorsque se déroulent devant notre esprit ces ingénieuses fictions, qu'au fond, la visibilité ou l'invisibilité d'une chose ou d'un être ne changent pas grand'chose à grand'chose. En cela, ces romans peuvent avoir leur utilité, s'ils nous incitent d'abord à plus de modestie, et s'ils nous apprennent que l'une des qualités essentielles du savant est de savoir se détacher de soi.

(1) Un des contes de l'*Invitation à la peur* (Crès). Ce conte avait paru précédemment dans les *Œuvres libres*.

(2) Je ne mentionne que pour mémoire *The Man who could vanish*, de A. Hyatt Verrill (On le trouvera reproduit *in extenso* dans le numéro de janvier 1927 de *Amazing stories*). Le savant de l'histoire s'appelle le Dr Unsinn, ce qui, en allemand, signifie à peu près le docteur Non-Sens. Jamais nom ne fut mieux mérité, car, je l'avoue à ma honte, je n'ai absolument rien compris aux explications par lesquelles l'auteur justifie l'invisibilité de son héros.

Digitized by Google

Philosophes de la Nature

PAR

M. MANQUAT

Professeur à l'Université catholique d'Angers.

Ils ne sont pas rares, les naturalistes professionnels qui, lorsque dans le cours d'une discussion, ils entendent leur interlocuteur émettre des idées générales et quelque peu abstraites, tranchent d'un mot définitif : « Ça, je n'en saurais tenir compte, c'est de la philosophie ! » La façon dont ils le prononcent montre assez le dédain, parfois le mépris qu'ils témoignent à cette branche des connaissances humaines. De la philosophie, cela correspond pour eux à simples vues de l'esprit, rêves dans les nuages, inutiles phantasmes, en définitive rien. Rien surtout pour le scientifique. Bien plus : quelque chose d'anti-scientifique. La seule science qu'ils admettent, la Science, est celle qui est fondée sur les faits : son domaine s'étend à tout ce qui est visible, palpable, mesurable. Hors cela, encore une fois, rien.

Fig. 1. — Jacques-Henri Bernardin de Saint-Pierre (1737-1814).

Que si on leur fait observer que le savant le plus positiviste qui soit se heurte à tout bout de champ à des obscurités, à des énigmes, ils répondent : « Énigme passagère, obscurités provisoires. Mieux informée, la Science éclairera ces obscurités et dénouera ces énigmes. Les fantastiques progrès qu'elle a réalisés depuis un siècle montrent assez qu'elle n'est pas au bout de ses découvertes et qu'un jour, très prochain, sans doute, elle pourra tout expliquer. La Vie, ce mystère, il est à peu près démontré qu'elle n'est pas plus mystérieuse que ce qui se passe dans une cornue de laboratoire, la moralité qu'elle n'est qu'une forme de lutte pour l'existence, l'intelligence qu'un instinct perfectionné qui n'est lui-même qu'une somme de réactions strictement physico-chimiques, et l'Homme qu' « un grand singe qui a eu de la veine. » Le Centenaire de Marcelin Berthelot tombe à propos pour nous rappeler que d'ici quelque quart ou demi-siècle, la Chimie triomphante aura pris la place de l'Église enseignante, dernier foyer, le plus tenace, mais qui sera bientôt éteint, du spiritualisme en ce monde. »

Si, dans les programmes d'examens, on tolère encore l'enseignement de la philosophie, il est bien entendu que de cet enseignement on raye délibérément l'étude de la métaphysique pour s'en tenir à la logique et à la psychologie expérimentale que domine l'une et l'autre le plus rigoureux déterminisme.

La foi des naturalistes officiels dans le mécanisme intégral, c'est-à-dire en ce postulat que rien sur terre n'est réglé que par les lois aveugles de la matière et de la force, est si vive qu'ils prennent volontiers à ce sujet leurs espérances pour des réalités et que, quoique positivistes, ils dogmatisent. Un membre de l'Académie des Sciences n'a pas balancé, par exemple, à écrire dans un périodique des plus sérieux, la *Revue des Deux-Mondes* (n° du 15 octobre dernier) que « (Berthelot) parvint à ramener aux lois ordinaires de la physique et de la chimie des faits (concernant les phénomènes de la vie) auparavant mystérieux ». Quand le public non initié à la chimie biologique lit sous une telle plume des affirmations proférées avec cette tranquillité si sûre de soi, comment ne croirait-il pas que c'est arrivé?... Et pourtant !...

Hâtons-nous d'ajouter que cette croyance aveugle au mécanisme, tous les savants ne la partagent pas. Et M. le professeur Rémy Collin, de la Faculté de Médecine de Nancy, n'a pas exagéré pour les besoins de la cause spiritualiste qu'il défend en parlant

Digitized by Google

récemment du « sourd travail qui incline beaucoup d'esprits scientifiques à rétablir au sommet des sciences dites positives, la philosophie qui cherche à rendre le monde intelligible au regard de la raison ». Ce sourd travail vient de se cristalliser dans la création d'une Société de Philosophie de la Nature que nous voudrions présenter à nos lecteurs.

***

Tout d'abord, il convient d'éclairer la lanterne. Science, Philosophie, que signifient ces mots? Tout le monde croit le savoir, mais c'est à la façon dont saint Augustin savait ce que c'est que le temps : « Si l'on ne m'interroge pas, je sais en quoi il consiste ; si l'on m'interroge, je ne le sais plus. » Il fut une époque, très lointaine, chez les anciens Grecs, où Science et Philosophie se confondaient. Tout homme qui, sortant de la banale expérience des faits, en cherchait les raisons profondes, se posait par là même en « ami de la sagesse », ce que nous avons traduit philosophe, mais ce qui peut aussi bien signifier : ami de la science, puisque cette sagesse était l'explication rationnelle des choses par leurs principes et leurs causes. A partir du XVIIIe siècle de notre ère, il y eut tendance à la différenciation de la Science et de la Philosophie, et au XIXe, les sciences élargissant chacune son domaine avec l'ampleur que l'on sait, il en résulta des spécialisations et donc des spécialistes : désormais, il n'y eut plus de « sages » tout court, il y eut des mathématiciens, des chimistes, des physiciens, des biologistes, etc., assez occupés par leurs propres recherches pour n'avoir plus le loisir de philosopher.

Fig. 2. — Georges-Louis Lecler de Buffon (1707-1788).

Quant à la philosophie, elle resta le terrain des chercheurs cantonnés dans les idées qu'élabore l'intelligence humaine. Ces idées s'appuyant nécessairement sur des faits, les philosophes, à moins de radoter, durent se tenir au courant des découvertes scientifiques. Mais, par contre, comme il n'est pas absolument nécessaire, pour faire scientifiquement le tour d'un fait, de remonter jusqu'aux idées avec lesquelles il est en rapport, les savants ou bien dédaignèrent la philosophie, ou bien déclarèrent tout net qu'elle est un sport parfaitement inutile, n'y ayant rien qui vaille la peine d'être étudié, si ce n'est le phénomène scientifique. Or, note M. le professeur Rémy Collin, dans la notice lue à la première réunion de la « Société de Philosophie de la Nature », à Paris, le 18 avril dernier, « la Vérité est de plusieurs ordres » et « s'il est bien certain que le philosophe qui recherche les principes suprêmes ou les causes premières, ne se meut pas sur le même plan que le savant », il est non moins certain que le savant comme tel n'épuise pas la connaissance de la Vérité. « Un mathématicien, un physicien, opèrent sur une réalité filtrée par l'abstraction. De la boule d'un jeu de quilles ou du crâne du pauvre Yorik, ils abstraient la notion de sphère. » Ils sont, comme on dit dans les Facultés, très calés en mathématique ou en physique, mais pour le reste, en philosophie aussi bien qu'en chimie

Fig. 3. — Georges Cuvier (1769-1832).

Digitized by Google

ou en biologie, leur supériorité technique ne leur donne aucune compétence. Pour chaque groupe de savants, il y a une fin-but jusqu'où les mènent leurs études mais qui n'est pas la fin-but des connaissances humaines. Celle-ci, la philosophie peut l'atteindre. Et, par conséquent, lorsque la Science est arrivée au terme de ses investigations, elle doit passer la main à la Philosophie, une main chargée du résultat de ses trouvailles, pour que celle-ci recherche et la lui fournisse leur explication dernière.

— A quoi bon, dira-t-on, cette explication dernière?

M. le professeur Rémy Collin répond : « Le savant ne vit pas seulement du pain quotidien des abstractions mathématiques ou de la description des phénomènes et de la recherche de leurs lois. Son intelligence est invinciblement attirée par une lumière supérieure qu'elle appréhende au travers des phénomènes... Il y a là tout à la fois un besoin de l'intelligence et du cœur. » Il est tellement vrai que « l'homme est un animal métaphysique » que dans le moment même qu'il prétend s'émanciper de toute philosophie, il y revient d'illusion en illusion et invente de grandes théories scientifiques, comme le transformisme ou la relativité qui satisfont vaille que vaille son besoin du « général ».

Il est certain, d'autre part, qu'à l'heure actuelle les hommes de science n'ont ni le temps, ni surtout les aptitudes nécessaires pour philosopher. Donc, conclut M. le professeur Rémy Collin, il est indispensable qu'ils s'associent à des philosophes. Mais des écoles philosophiques, il y en a tant ! Il faut choisir parmi elles celle qui sera assez réaliste pour ne jamais perdre le contact avec le donné et en suivre fidèlement les contours ; celle qui ne violentera pas les résultats scientifiques certains obtenus, et il n'en trouve vraiment qu'une conforme à cet idéal, la philosophie d'Aristote adaptée à la civilisation chrétienne par saint Thomas d'Aquin, l'école scolastique.

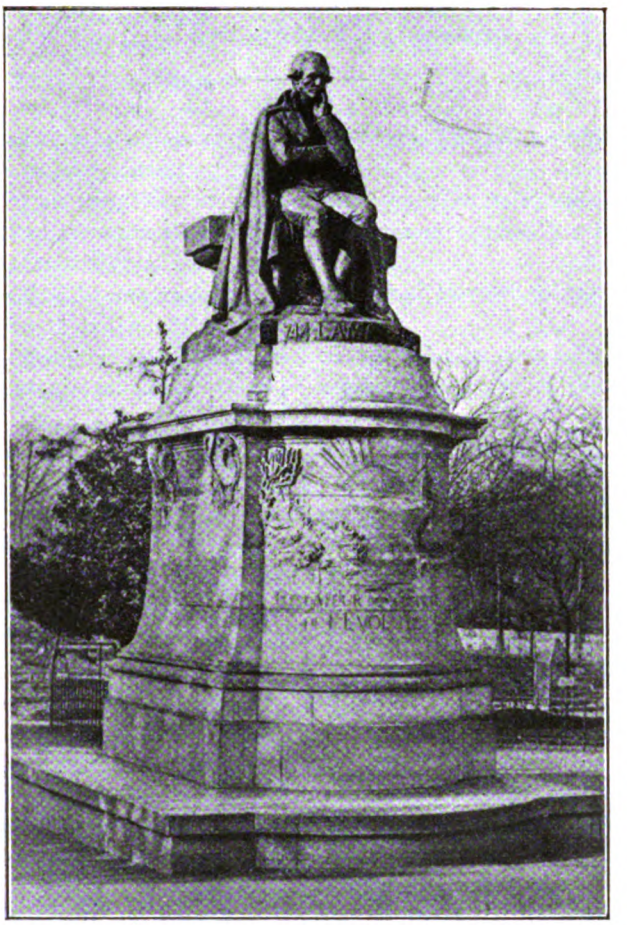


Fig. 4. — Statue de Lamarck au Jardin des Plantes de Paris.

Et c'est pour réaliser ce vœu que s'associent sous le nom rajeuni de *Philosophes de la Nature* des philosophes comme MM. Maritain et Dalbiez et des naturalistes comme MM. Termier, Cuénot et Vialleton, pour ne parler que des plus autorisés.

Cette Société conjuguera les efforts des membres de ses deux groupes, se contrôlant les uns les autres. De leurs échanges de vues sortiront, périodiquement ou non, des *Cahiers* où chacun exposera sa manière de voir, les scientifiques présentant des faits, les philosophes en dégageant les conclusions générales (1). Documentation unique en son genre, appelée aux plus heureux et féconds résultats.

BIBLIOGRAPHIE.

Les lecteurs désireux de trouver une réponse d'une rare clarté et d'une belle documentation sur cette question : Qu'est-ce que la Philosophie? *consulteront avec fruit un ouvrage paru très récemment sous ce titre et signé par un très distingué professeur de l'Université de Strasbourg, M. E. Baudin.*

(1) *Un cahier de plus de deux cents pages est déjà sorti. Il traite du* Transformisme. *Y ont collaboré MM. Gagnebin, un paléontologiste, M. Vialleton, un anatomiste, M. Cuénot, un biologiste, M. W. R. Trompson, un parasitologiste, M. Dalbier enfin, un philosophe. Nous y reviendrons.*

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

Les assurances sociales d'après la loi du 5 avril 1928.

Jusqu'ici, la législation française ne comportait qu'un système fragmentaire d'assurances reposant sur trois lois principales :

La loi du 1er avril 1898 sur les Sociétés de secours mutuels ;

Le loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail;

La loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.

Ces textes sont en principe maintenus par la loi nouvelle, mais les salariés soumis à la loi de 1910 seront transférés à la Caisse d'assurances sociales qui prend la suite des opérations effectuées par la Caisse des retraites ouvrières. La loi sur les accidents du travail garde son application dans sa sphère spéciale ; quant aux Sociétés de secours mutuels, elles devront consacrer la plus grande part de leur activité aux assurances sociales, en conformité avec la législation nouvelle.

Le principe qui domine cette loi, c'est l'assurance obligatoire de tous les salariés contre tous les risques auxquels ils sont soumis, sauf celui du chômage ; cette obligation pèse à la fois sur l'employé et l'employeur. En outre, la loi permet aux travailleurs autonomes, qui vivent du produit de leur travail mais ne reçoivent aucun salaire, de s'assurer facultativement contre les mêmes risques.

La réforme réalisée par la loi des assurances sociales a été passionnément discutée : certains y ont vu la réalisation d'une forme supérieure de la justice qu'un très grand nombre de législations étrangères avaient déjà adoptée, mais dont l'état social et politique de la France avait jusqu'ici malheureusement retardé l'avènement ; d'autres ont considéré, au contraire, que le système nouveau entraînera l'anéantissement des Sociétés de secours mutuels dont le développement spontané avait, sans obérer les finances publiques, rendu tant de services aux travailleurs ; de plus, la surcharge singulièrement lourde que l'institution nouvelle fera supporter à nos industries, déjà accablées d'impôts, ne sera-t-elle pas de nature à gêner notre expansion économique, dans un moment de crise où la nation française a besoin de maintenir intacte toute sa force productive?

Nous ne prendrons pas parti, pour le moment, entre partisans et adversaires de la réforme : notre but sera seulement de tracer les grandes lignes du système d'assurances qu'elle organise. Notons d'ailleurs que le gouvernement a pris l'engagement formel de proposer aux Chambres, dès la rentrée, un projet rectificatif tendant à corriger les imperfections flagrantes qu'elle comporte, notamment en vue d'établir une meilleure adaptation de l'assurance à l'agriculture.

***

Les cinq risques assurés sont les suivants : maladie, invalidité, vieillesse, maternité, décès.

1° Depuis le début de la maladie et pour une période de six mois, les frais de pharmacie, de chirurgien, de pharmacien, d'hospitalisation sont payés par la Caisse d'assurance pour l'assuré, son conjoint et leurs enfants non salariés de moins de seize ans, sauf une part de 15 à 20 p. 100 qui demeure à la charge personnelle de l'assuré.

Pendant la même période, il reçoit une indemnité journalière en cas d'incapacité de travail. Cette indemnité est en principe égale au demi-salaire.

2° Quand la capacité de travail, après accident ou maladie, se trouve réduite des deux tiers au moins, l'assuré reçoit une pension fixée d'abord pour cinq ans, puis à titre définitif.

La pension atteint de 40 à 50 p. 100 du salaire moyen qui a été touché par l'ouvrier depuis l'âge de seize ans ; mais si le salarié n'a été assuré qu'après trente ans, la pension subit une réduction variable suivant l'âge auquel l'assurance a commencé ;

3° A soixante ans, l'assuré reçoit une pension égale à 40 p. 100 du salaire moyen touché depuis l'âge de seize ans, pourvu qu'il ait opéré des versements réguliers durant trente années. S'il avait versé pendant une durée inférieure à trente années, une réduction proportionnelle serait opérée sur cette pension.

L'assuré peut demander, au moment de la liquidation, que la pension soit réduite avec reversibilité sur la tête de son conjoint ; il peut aussi à la même date transformer la partie de sa retraite excédant 1 000 francs en un capital destiné à l'acqui-

Digitized by Google

sition d'une maison ou une terre qui deviendra incessible et insaisissable.

4° La femme assurée a droit, au cours de la grossesse et six mois après l'accouchement, aux mêmes avantages médicaux et pharmaceutiques qu'en cours de maladie ; six semaines avant et après l'accouchement, au demi-salaire, à condition de ne pas travailler ; à des primes d'allaitement. La femme d'un assuré, qui elle-même n'est point assurée, n'a droit qu'aux avantages médicaux et pharmaceutiques.

5° A son décès, les ayants droit de l'assuré reçoivent une somme égale à 20 p. 100 du salaire annuel, sans que cette somme puisse être inférieure à 1 000 francs.

L'assurance procure en outre aux travailleurs les avantages suivants : majorations, pour chaque enfant à leur charge, allocations ou pension de maladie, grossesse, invalidité. Des pensions d'orphelins sont instituées en faveur des enfants d'assurés et des veuves d'assurés ayant au moins trois enfants vivants de mois de treize ans.

En cas de chômage, l'assuré est dispensé de payer sa cotisation qui sera prélevée sur les ressources générales des Caisses d'assurances.

Les excédents de recettes des Caisses pourront être employés à donner des primes d'allaitement, des bons de lait aux femmes non assurées des assurés, ou à diminuer la partie des frais médicaux qui incombe à l'assuré.

***

L'assurance est obligatoire pour les trois catégories de travailleurs suivants :

1° Tous les salariés français des deux sexes, de seize à soixante ans, manuels ou intellectuels, dont la rémunération annuelle ne dépasse pas :

15 000 francs s'ils n'ont pas d'enfant à leur charge ;

18 000 francs avec un ou deux enfants ;

20 000 francs avec trois enfants ;

22 000 francs avec quatre enfants, etc...

Par enfant à la charge de l'assuré, il y a lieu d'entendre les enfants de plus de six semaines et de moins de seize ans, non salariés, légitimes, naturels, adoptés ou recueillis.

2° Les métayers qui travaillent d'ordinaire seuls ou avec l'aide de membres de leur famille et ne possèdent aucune partie du cheptel ;

3° Les salariés étrangers ayant leur résidence permanente en France.

Ces trois catégories sont obligatoirement assujetties au prélèvement d'une cotisation sur leurs salaires ; une cotisation égale doit être versée par leurs employeurs.

Les travailleurs non salariés suivants peuvent bénéficier de l'assurance, à titre facultatif :

1° Les Français vivant du produit de leur travail sans être au service d'un employeur, tels que fermiers, cultivateurs, artisans, puis patrons, travailleurs intellectuels, à condition que les gains annuels n'excèdent pas le maximum ci-dessus indiqué ;

2° Les assurés obligatoires dont le salaire dépasse ces limites, à condition que ce dépassement ne soit pas de plus de 1 000 francs ;

3° Les femmes non salariées des assurés obligatoires ou facultatifs.

L'assurance cesse après soixante ans ; quand le salaire excède la limite maxima (à ce moment l'assuré ne conserve plus qu'un droit à pension) ; ou quand les cotisations n'ont pas été payées pendant deux cent quarante jours par an au moins.

***

La cotisation obligatoire est de 10 p. 100 du salaire. Elle est par moitié à la charge de l'employeur et de l'employé. L'employeur est chargé de réaliser le versement ; il retiendra 5 p. 100 du salaire et y ajoutera sa part. La situation des métayers et ouvriers agricoles payés en nature a donné lieu à un régime spécial.

***

La gestion du service est assurée par un organisme complexe, à la fois départemental et national.

Chaque département aura : un office départemental chargé du contrôle administratif des assurés ; une Caisse départementale qui recevra les cotisations et des caisses primaires qui feront le service des paiements.

Un Office national dirigera l'application de la loi et contrôlera les Offices départementaux.

Une Caisse générale de garantie fera face éventuellement, par des avances, aux insuffisances des recettes de Caisses primaires. Elle parera aux risques d'insolvabilité des Caisses primaires.

Les versements seront capitalisés ; on évalue leur montant à 5 milliards annuels ; le système d'assurances conduira donc rapidement à l'accumulation de capitaux considérables, dont la moitié devra être placée en valeurs d'État ; les Caisses pourront à leur gré affecter l'autre moitié en prêts aux départements, aux communes, aux organismes d'habitations à bon marché ; en acquisitions de terrains destinés à l'aménagement d'établissements sanitaires. L'hygiène publique pourra de ce fait être largement améliorée.

Digitized by Google

PORTRAIT DE SAVANT

L'Abbé Rousselot

PAR

A. MILLET

Ancien assistant de l'abbé Rousselot, docteur ès lettres

L'abbé Rousselot eut la grande faveur, avant de mourir, de compter de nombreux disciples venus de tous les points du globe pour recueillir son enseignement et s'initier à ses méthodes. La *Phonétique expérimentale* s'est maintenant imposée aux plus conservateurs parmi les linguistes ; un laboratoire lui est affecté dans la plupart des Universités des deux mondes. Lui-même s'est plu à énumérer les premiers-nés : « En dehors de celui du Collège de France, Paris en compte quatre autres, à la Sorbonne, à l'Alliance française, aux Sourds-Muets, et celui de M. le Dr Thooris. En France, je citerai encore ceux de Montpellier, Rennes, Lille, Grenoble, Lyon... ; à l'étranger, Liége, Louvain, Groningue, Hambourg, Marbourg, Kœnigsberg, Kasan, Skoplie, Prague, Bologne, Barcelone, Madrid, Londres, La Havane, San-Francisco, Tokio. » A cette liste dressée en 1923, nous pouvons ajouter Nancy, Bréda, Vienne, Oslo New-York, Chicago, Iowa, Pékin, Moscou ; bien d'autres, sans doute, n'ont pas encore fait connaître leurs titres.

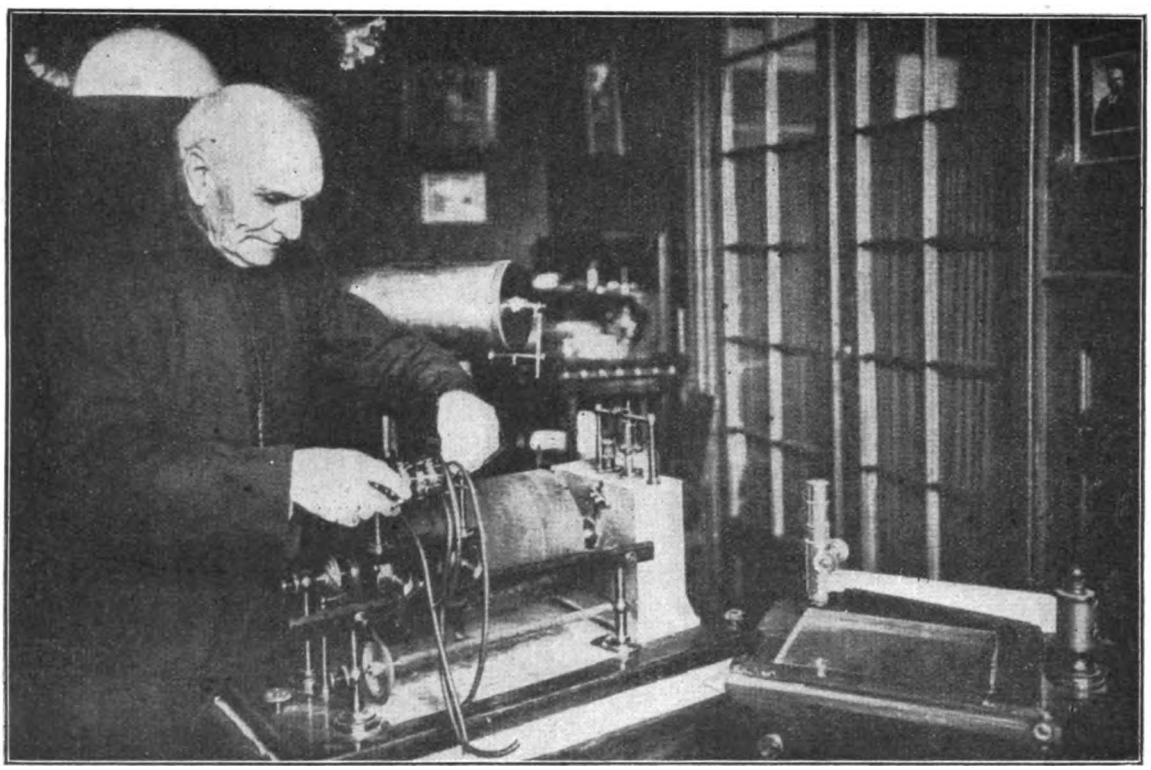


Fig. 1. — L'abbé Rousselot au milieu de ses appareils enregistreurs.

C'est là le fruit de trente années de labeur, et de luttes aussi, car la méthode proposée par l'abbé Rousselot en 1891 dans cette thèse originale *Les Modifications phonétiques du langage étudiées dans le patois d'une famille de Cellefrouin* (Charente) apparut aux linguistes comme une véritable « révolution » ; elle proposait en effet l'emploi d'instruments de précision pour saisir la parole à sa source organique elle-même et dans les vibrations dont se composent les sons parlés comme tous les autres sons. C'était, en somme, mettre l'oreille en tutelle, en tous cas proclamer que le sens de l'ouïe devait être contrôlé et complété par ceux de la vue et du tou-

Digitized by Google

cher. Aussi les phonéticiens de la simple audition s'agitèrent ; il y eut des résistances, moindres cependant à l'étranger qu'en France : on n'est pas aisément prophète chez soi.

***

L'abbé Pierre Rousselot naquit à Saint-Claud (Charente), en 1846 ; il y apprit de sa mère le patois de Cellefrouin dont elle était originaire ; lui-même vint y séjourner depuis l'âge de douze ans à seize, pour ses premières études ; alors, dit-il, « il parlait tous les jours patois avec les paysans et ses camarades de jeux ». Mais il avait eu le temps « de prendre au parler de Saint-Claud quelque chose de ses nasales, et certaines formes de conjugaison ».

Conduit au Petit Séminaire de Richemont, il fit ses études secondaires, entra au Grand Séminaire d'Angoulême et fut ordonné prêtre en 1870, après quoi il revint à Richemont professer quelque temps la cinquième et la troisième, et fut vicaire à Cognac, tout en desservant une paroisse voisine.

Sa santé, alors délicate, l'empêcha de continuer son ministère de campagne ; un congé lui permit en 1879 d'être précepteur. C'est à ce titre qu'il put venir en 1880 à Paris, où sa vocation, déjà déclarée, de phonéticien, s'imposa bien vite : des circonstances favorables, quelques maîtres éclairés, voilà ce qu'attend souvent le génie. Il fréquenta aussitôt les cours du Collège de France et de la Sorbonne où enseignaient G. Paris, Bréal, P. Meyer, d'Arbois de Jubainville, A. Darmesteter, Gilliéron. Les questions de linguistique lui devinrent très vite familières ; mais ce qui frappa surtout son esprit avide de certitude, ce furent les points faibles de l'enseignement, les lacunes de la méthode : d'une part, les philologues s'attachaient, écrivit-il, « aux transformations de la lettre plutôt que du son », c'est-à-dire aux textes morts ; d'autre part, lui-même s'était déjà convaincu que « l'oreille n'est pas un instrument suffisant d'analyse ».

Dès 1879, il était parti en excursion, pour recueillir sur place et de la bouche des indigènes les *sons parlés et vivants* : en parcourant les villages et les hameaux, il avait pu voir « les sons évoluer, avec une régularité parfaite d'un endroit à l'autre, et comprendre que la phonétique pouvait être plus et mieux qu'une science descriptive des sons parlés ; elle devait être *géographique* ». Quant à l'oreille et à ses données, il en avait conçu de la méfiance en constatant un jour que son propre parler, qu'il tenait de sa mère, ne ressemblait pas au parler de celle-ci ; bien mieux, les mêmes sons n'étaient pas perçus de la même manière d'un endroit et d'une génération à l'autre : chose grave et de première importance pour le phonéticien avisé qu'il était déjà. On a donc tout naturellement l'oreille de son parler.

Telles sont les deux séries d'observations qui orientèrent désormais ses recherches et inspirèrent

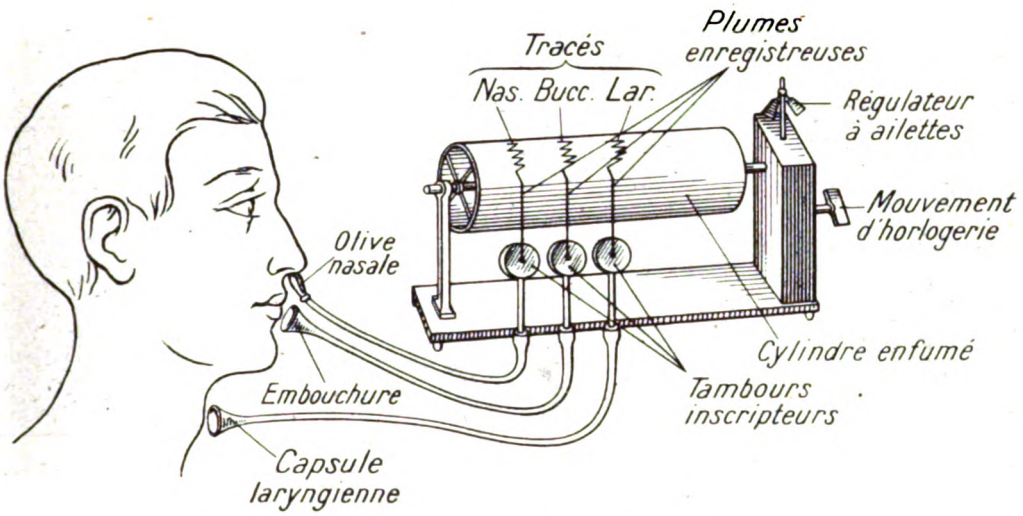


Fig. 2. — Représentation des appareils inscripteurs et enregistreurs de la parole. Les *explorateurs* (embouchure, olive nasale capsule laryngienne) sont appliqués sur l'organe lui-même ; l'embouchure reçoit le souffle de la bouche ; l'olive reçoit le souffle du nez ; la capsule recueille les vibrations et les déplacements du thyroïde pendant l'émission vocale. Les *tambours inscripteurs* sont reliés par des tubes en caoutchouc à chacun des explorateurs ; ils sont munis d'un stylet fixé à la colle sur la membrane du tambour, de manière à en reproduire les moindres vibrations grâce à une plume très effilée. L'*enregistreur* est formé par un cylindre dont la rotation est régulière ; autour du cylindre est enroulé un papier noirci à la fumée sur lequel les vibrations de la plume s'inscrivent en blanc : ce sont les tracés. L'enregistrement des vibrations d'un *diapason chronographe* permet de mesurer le temps jusqu'à la plus petite fraction (1/1000 sec.).

Digitized by Google

sa méthode : *a.* l'étude des patois aura ses préférences, parce qu'ils représentent des sons vivants ; *b.* un contrôle et un complément de l'oreille s'imposent à qui tient à noter les nuances parfois subtiles des sons parlés : et il y tenait plus que personne, mais à qui demander ce contrôle et ce complément?

***

La conception qu'il s'était alors faite de la phonétique allait lui servir et le mettre sur la bonne voie : phique : en raison des incertitudes de l'oreille, « une expérimentation mécanique peut seule donner la sécurité, lui avait dit le maître : on fait des essais au laboratoire de Marey, voyez ! »

C'est là qu'il découvrit tout le parti qu'on pouvait tirer des tambours jusque-là disposés seulement pour recueillir et enregistrer des déplacements musculaires accusés ; il sut, en les allégeant, en adoptant de nouvelles membranes, en effilant les plumes, les rendre aptes à saisir les vibrations complexes de la voix, et à traduire les déplacements à

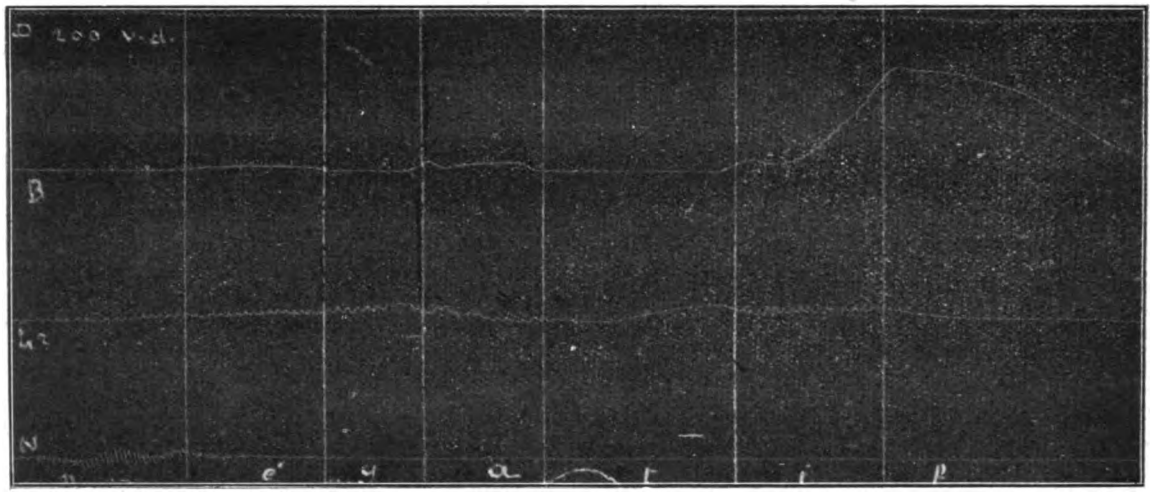


Fig. 3. — Tracés simultanés du *souffle buccal* (B), *nasal* (N) et des *vibrations du larynx* (L,r) dans le mot « *négatif* ». D : diapason-chronographe de 200 *vd*. — *Durée* des articulations en centièmes de secondes (*cs*). *n* = 13 cs ; *é* = 10 cs ; *g* = 7,5 cs ; *a* = 9 cs ; *t* = 14 cs ; *i* = 11 cs ; *f* = 20 cs. — L'oreille, sensible à la durée des voyelles, ne nous apprend pas que les consonnes sont plus longues (*n*, *t*, *f*) ; elle permettrait difficilement de noter la quantité (*négatif*) des syllabes. *Hauteur musicale* (en vibrations doubles, avec notes de musique approximatives). *n* = 145 *vd* ($ré_2$) ; *é* = 170 *vd* (fa_2) ; *g* = 135 (ut_2) ; *a* = 150 *vd* ($ré_2$). *i* = 160 et 150 *vd* à la fin (mi_2 et $ré_2$). — L'oreille ne perçoit que la hauteur relative des voyelles ; elle note à peine l'acuité plus accusée de *é* ; elle ne saisit pas le ton des consonnes sonores (*n*, *g*). Le tracé du *souffle de la bouche* (B) marque les arrêts du courant et sa reprise au moment des voyelles (*é*, *a*, *i*) et de la constrictive *f*. Comparer la forme des tracés pour *n*, *g*, *t* et *f*. Celui du *souffle du nez* (N) indique le courant nasal pour *n*. Celui du *larynx* (L,r) montre la vibration des cordes vocales pour les voyelles et les sonores (*n*, *g*) et leur silence pour les sourdes (*t*, *f*). C'est le larynx qui donne le ton de la voix.

pour être adéquate elle devait atteindre le son parlé dans tous ses éléments : éléments *physiologiques* représentés par le jeu des nerfs et des muscles qui le produisent ; éléments *physiques* représentés par les vibrations de la colonne d'air expiré ; éléments *acoustiques* représentés par les perceptions sonores de l'organe auditif. D'où les trois sciences : physiologie, physique et acoustique, chargées de constituer une définition scientifique de la parole.

Sans retard, le phonéticien se mit à l'œuvre et commença par lui-même ; il s'initia à la physiologie sous la direction de Déjérine à la Salpêtrière ; à la physique auprès de Becquerel et de Branly ; à l'acoustique dans l'atelier de Kœnig, le savant constructeur d'Helmholtz, où il fréquenta pendant douze ans. Entre temps, un conseil autorisé de G. Paris le conduisait au laboratoire de Physiologie de Marey, le génial propagateur de la méthode graphique sensibles au toucher des organes phonateurs. Une série d'*explorateurs* furent chargés de recueillir soit le souffle de la bouche (embouchures) ou celui du nez (olives nasales), soit les déplacements de la langue, des lèvres, des mâchoires (ampoules de caoutchouc), et ceux du larynx (capsules laryngiennes) ; grâce à la solidarité des molécules de l'air en circuit fermé, les variations de pression, propagées par des tubes jusqu'aux cuvettes des tambours, étaient reproduites par les membranes, puis au moyen d'une plume *inscriptrice*, enregistrées sous forme de tracés sur le papier enfumé d'un cylindre en rotation. (V. fig. 2)

Alors, il put voir se dérouler avec les courbes les phénomènes qui accompagnent l'émission vocale ses yeux lurent ce que son oreille percevait, et aussi ce qui « était insaisissable pour elle seule ». Une période d'intense activité et d'heureuse initiative

Digitized by Google

s'ouvrit pour l'abbé Rousselot : une chaire de Phonétique expérimentale fut fondée pour lui en 1889 à l'Institut Catholique de Paris ; un laboratoire lui fut réservé au Collège de France en 1898 ; il mit lui-même à contribution cours, conférences, revues, publications, pour constituer et propager un enseignement nouveau de la phonétique. Il multiplia les instruments et les expériences, mobilisa les élèves et les auditeurs groupés autour de sa chaire et de son enregistreur pour s'instruire autant que pour enseigner. Nous ne pouvons que résumer ici les *enseignements* qu'il sut tirer de la méthode expérimentale, et ses *applications* pratiques les plus originales.

***

Les enseignements fournis et mis en valeur par l'enregistrement se rapportent : 1° aux éléments *objectifs* du son parlé : jeu des organes, vibrations aériennes sous leurs aspects mesurables, amplitude, fréquence, durée, phase, forme ; 2° les éléments *subjectifs* : réception et perception des vibrations par l'appareil auditif sous leurs aspects sonores, intensité, hauteur, quantité, timbre. Les premiers conditionnent l'audibilité des sons ; les seconds l'auditivité de l'ouïe. De la comparaison des deux aspects du son, le vibratoire qui nous est extérieur, le sonore qui nous est intérieur, résulte la critique de l'oreille.

Soit le tracé du mot *négatif* dont les éléments articulatoires et sonores sont variés : il contient en effet une nasale *n* ; trois voyelles, *é*, *a*, *i* ; une occlusive sonore *g* ; une occlusive sourde *t* ; une constrictive sourde *f*. Or, tous ces éléments peuvent être rendus visibles sous divers aspects, pas tous ni toujours perceptibles à l'oreille, grâce aux tambours inscripteurs et à l'enregistrement simultané du souffle de la bouche, du souffle du nez, des vibrations du larynx. V. fig. 3)

Ce que les tracés du tambour ne pouvaient démontrer ou démontraient insuffisamment, l'abbé Rousselot sut le demander à d'autres appareils, tels que le *palais artificiel* qui permet de comparer les contacts de la langue sous la voûte palatine pour les sons émis ; le *phonographe* dont les tracés en creux peuvent être transformés en courbes planes, les *diapasons* dont les notes connues lui permettaient d'exciter la résonance propre à chaque voyelle, en les faisant vibrer devant la bouche disposée pour l'émission vocalique, les *sirènes à ondes* chargées de reproduire artificiellement les timbres des voyelles étudiées ; les *résonateurs* qui permettent de discerner la note caractéristique d'un timbre et de la déterminer d'après sa longueur d'onde, etc. « Tout procédé, disait-il, qui permet de mieux connaître les sons du langage et de résoudre les multiples problèmes que la phonétique se pose, fait partie de son arsenal. » C'est le tic-tac d'une pendule qui l'invita à noter les réactions variables de l'appareil auditif en présence d'un son donné.

Fig. 4. — L'abbé Rousselot devant le « Tonomètre » de Kœnig : collection de 169 diapasons (depuis 16 à 90.000 v. d.)

Mais l'étude théorique des lois du langage n'eût pas satisfait entièrement l'abbé Rousselot si les applications pratiques eussent manqué : il semble bien qu'il ait songé à toutes et sous leurs aspects les plus divers. Énumérons les principales :

a. L'*étude des parlers vivants* et des patois, basée sur l'oreille aidée d'instruments : il étudia ainsi l'Irlandais, le Parisien, la langue primitive des Aïnos, le Malgache, les parlers de l'Angoumois, etc. ;

b. L'*enseignement de la prononciation* aux étrangers, aux sourds-muets, aux bègues, et la correction des défauts les plus courants ;

c. L'*éducation de l'oreille* chez les sourds et sa rééducation chez les demi-sourds par un massage vibratoire approprié : les diapasons convenablement ébranlés étaient chargés d'entretenir et de développer la souplesse de l'organe auditif ;

Digitized by Google

d. Le *diagnostic de certaines affections* profondes d'après la courbe de l'audition ;

e. L'*étude du rythme* et de *l'accent* dans le vers et le discours sous leurs formes les plus variées ;

f. L'*étude de la prononciation* dans le chant, et la recherche méthodique des résonances les plus éclatantes et les plus distinctes pour chaque voyelle ;

g. L'*enregistrement des ondes* qui accompagnent un coup de canon etc. (1)

Ainsi considérait-il la Phonétique comme une « science universelle par son objet et sa méthode » ; il voulait qu'on lui soumît « toutes les manifestations sonores de la parole humaine ». En tenant parole, il a montré la voie à suivre et formé de nombreux disciples attentifs à ne point dévier.

Les pouvoirs publics découvrirent à la fin quel bon serviteur de la science et de son pays était l'abbé Rousselot ; en 1921, il fut fait chevalier de la Légion d'honneur ; en 1923, le Parlement vota la création d'une chaire de Phonétique Expérimentale au Collège de France qu'il n'occupa qu'un an. La mort, qui ne surprend point le sage, ne le surprit point sans doute, mais elle l'enleva (16 décembre 1924) brutalement à des travaux qui promettaient bien d'autres enseignements et surtout d'autres services.

(1) L'abbé Rousselot dès 1915 disposa des appareils enregistreurs des ondes « de bouche » et « de choc » qui sont la base des repérages par le son, à Milly, dans la forêt de Fontainebleau. Ces procédés d'enregistrement, perfectionnés par M. Lucien Bull, furent employés par les Sections de Repérage par le Son (S. R. S.) de l'Armée.

BIBLIOGRAPHIE

Les modifications phonétiques du langage étudiées dans le patois d'une famille de Cellefrouin (Charente), 1891. Chez Welter, Paris.

Principes de phonétique expérimentale, 2 vol. 1897-1908. Didier, Paris.

Précis de prononciation française, 1902, 1 vol. Didier.

La phonétique expérimentale (Leçon d'ouverture des cours du Collège de France), 1923.

Publications variées dans la *Parole*, 1899-1903 ; le *Bulletin de l'Institut Catholique* de Paris ; la *Revue de Phonétique*, 1911-1917, etc. *Revue des Patois gallo-romans* 1887-92.

(Nous n'indiquons ici que les principaux ouvrages de l'abbé Rousselot, dont les publications s'élèvent en tout au nombre de 55).

Digitized by Google

Le Nickel et ses Alliages

PAR

J. LAISSUS

Ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers, Docteur ès sciences.

I. — Le Centre d'information du Nickel et la Semaine du Nickel.

Le nickel est un métal relativement moderne, susceptible de nombreuses applications industrielles fort intéressantes, mais son usage n'est pas encore extrêmement répandu. Afin de le faire mieux connaître et de généraliser son emploi, un « Centre d'information du Nickel » vient d'être créé (1). Cet organe de propagande a pour mission de tenir au courant l'industrie française de tout ce qui se fait de travaux sur les applications du nickel et de ses alliages, en réunissant une importante documentation, en vérifiant, grâce à de puissants moyens d'investigations, les recherches faites à l'étranger sur la question, en adaptant les résultats théoriques aux besoins de la pratique. Afin de donner, s'il est possible, encore plus de garantie à ses communications, le « Centre d'information du Nickel » a fondé en Angleterre et en Allemagne, des branches dirigées par des métallurgistes réputés. Ces deux nouveaux organes constituent donc de précieux moyens de recoupements appropriés.

Pour rendre son œuvre plus efficace encore, le « Centre d'information du Nickel » a eu la très heureuse idée d'organiser une manifestation permettant aux industriels de faire exposition de leurs produits, et aux savants spécialistes de la métallurgie du nickel et de ses alliages de décrire, au cours de conférences techniques, leurs recherches et leurs travaux.

Encouragée par le succès d'une semblable initiative prise il y a quelques années, « la Semaine de l'aluminium », l'idée du « Centre d'information du Nickel » a vu sa réalisation du 16 au 27 octobre 1927 sous la forme de la « Semaine du Nickel » tenue au Conservatoire national des Arts et Métiers.

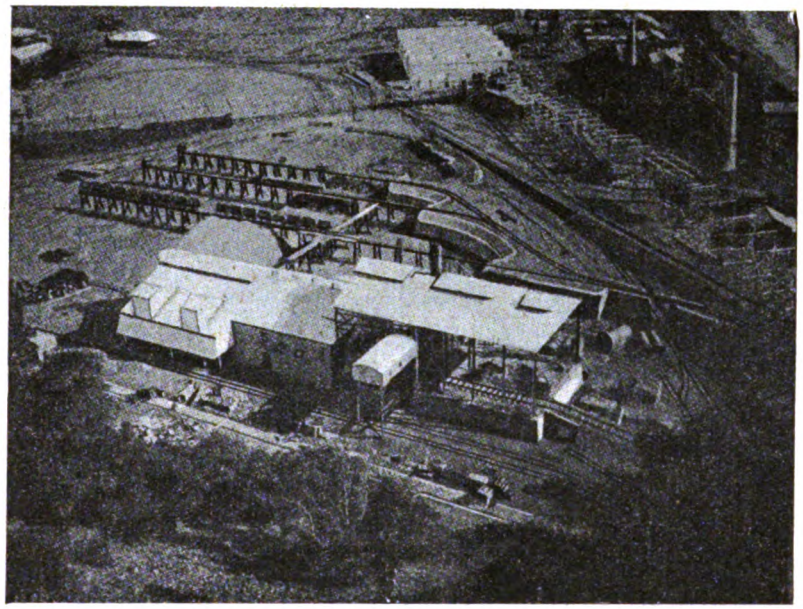


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'usine de Thio (Nouvelle-Calédonie).

Voici la liste des sujets qui furent traités au cours de cette belle manifestation métallurgique :

Situation de la métallurgie du nickel, par M. Guillet, membre de l'Institut, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures.

Le nickel au Canada et aux Etats-Unis, par M. Galibourg, maître de conférences à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Le nickel en Nouvelle-Calédonie, par M. R. Contal, ancien élève de l'École polytechnique, directeur de la Société le Nickel.

Le nickel pur et ses emplois, par M. G. Chaudron, sous-directeur de laboratoire au Collège de France, chef des travaux de métallurgie à l'École supérieure des Mines.

Le nickelage, par M. Galibourg, maître de conférences à l'École centrale.

Les alliages de nickel et la corrosion, par M. A. Portevin, maître de conférences à l'École centrale.

Le nickel dans l'armement, par M. Charpy, membre

(1) A Paris, 26 rue d'Athènes (9e).

Digitized by Google

de l'Institut, professeur à l'École polytechnique.

Le nickel dans les industries de l'automobile et de l'aéronautique, par M. Guillet, membre de l'Institut, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures.

Le nickel dans les moulages d'aciers et de fontes, par M. Galibourg, maître de conférences à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Les alliages de nickel non sidérurgiques, par M. Cournot, ancien élève de l'École polytechnique, professeur à l'École supérieure d'aéronautique.

Les alliages de nickel et de chrome, par M. Chevenard, professeur à l'École des Mines de Saint-Etienne.

Les aciers à haute teneur en nickel, par M. Guillaume, correspondant de l'Institut, directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

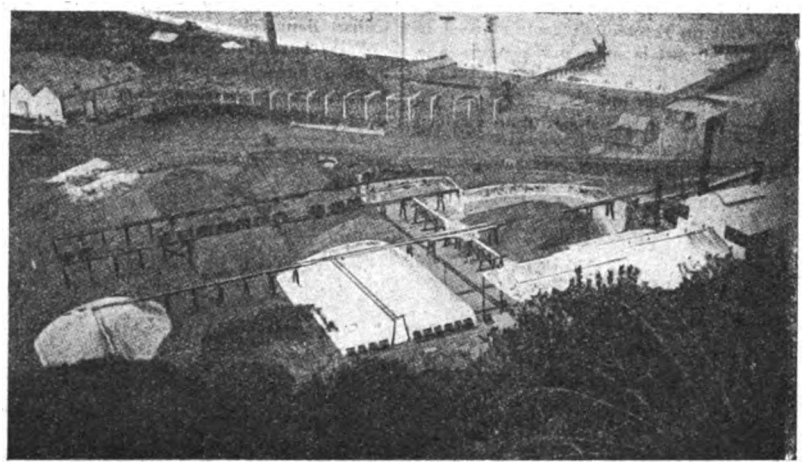


Fig. 2. — Vue du dépôt des approvisionnements de la fonderie de Thio (Nouvelle-Calédonie).

Comme on peut le voir par cette énumération, le problème du nickel et de ses alliages a été étudié sur toutes ses faces, dans les conférences faites pendant « la Semaine du nickel ». Notre but n'est pas ici d'en faire pour chacune un résumé même succinct (1), non plus que de décrire les principaux stands de l'exposition.

Nous voulons seulement donner au lecteur une vue d'ensemble très générale, et lui présenter une sorte de synthèse des enseignements recueillis au cours de cette manifestation scientifique et industrielle. Après avoir retracé un rapide historique de la découverte du nickel, nous décrirons sommairement ses propriétés et celles de ses alliages, puis signalant les applications les plus modernes, nous ferons entrevoir le grand développement susceptible de se produire dans l'emploi de ce métal.

II. — Historique et état actuel de la métallurgie du nickel.

Le nickel est, comme nous le disions au début de cet article, un métal essentiellement moderne, car la métallurgie ne l'emploie guère que depuis cinquante ans environ. Néanmoins, son origine remonte aux temps les plus reculés ; il est fort probable que les armes primitives et les outils grossiers des hommes qui les premiers employèrent le « fer », contenaient du nickel. Ce « fer » provenait en effet, comme on a tout lieu de le supposer, des blocs météoriques trouvés à la surface du sol ; or ce métal, facile à extraire, contient une forte proportion de nickel. Les Chinois employèrent bien longtemps avant l'ère chrétienne un alliage de cuivre et de nickel connu sous le nom de « pektung » (cuivre blanc) appelé plus communément « pakfong ». Ce métal était également connu des peuplades asiatiques : l'analyse chimique d'une pièce de monnaie trouvée dans la région du Turkestan et datant de 235 avant J.-C. a montré que l'on se trouvait en présence d'un alliage de cuivre et de nickel, titrant 20 p. 100 de nickel, c'est-à-dire, à peu de chose près, le titre monétaire actuel de certaines pièces.

Au XVIIIe siècle, des mineurs saxons découvrirent dans les mines de cuivre de l'Erz-Gebirge un minerai rouge dont ils ne purent extraire le cuivre, but de leurs efforts. Considérant alors ce minerai comme inutilisable, ils abandonnèrent les gisements et donnèrent à ce curieux métal le nom caractéristique de « Kupfer-nickel », formé des deux mots : « Kupfer », qui veut dire cuivre, et de « nickel » qui désigne les gnômes et les diablotins qui, selon les vieux contes germaniques, habitaient les mines et défendaient leur entrée. Le nom de « nickel » marquait donc bien l'impossibilité dans laquelle se trouvaient les chercheurs d'extraire le nouveau métal. C'est pour une raison analogue que l'on a donné au cobalt, métal très voisin du nickel au point de vue chimique, le nom de « Kobold », qui est celui d'un génie malfaisant.

Le nickel resta pendant longtemps sans pouvoir être extrait, c'était véritablement « le métal du diable ».

(1) Les lecteurs qui s'intéresseraient particulièrement à ces questions n'auraient qu'à s'adresser au « Centre d'information du nickel », 26, rue d'Athènes, Paris (IXe), qui a publié ces conférences *in extenso*, conférences également imprimées dans a *Revue de métallurgie*.

Digitized by Google

En 1751, Cronsted, ingénieur suédois, isole, pour la première fois, le nickel d'un minerai complexe extrait d'une mine suédoise ; vingt-quatre ans plus tard, Bergman et Orfiedson obtiennent du nickel relativement pur ; au XIX^e siècle, les travaux de Richter sur l'affinage des minerais de nickel amenèrent la construction d'usines allemandes et anglaises destinées à traiter les minerais suédois et saxons.

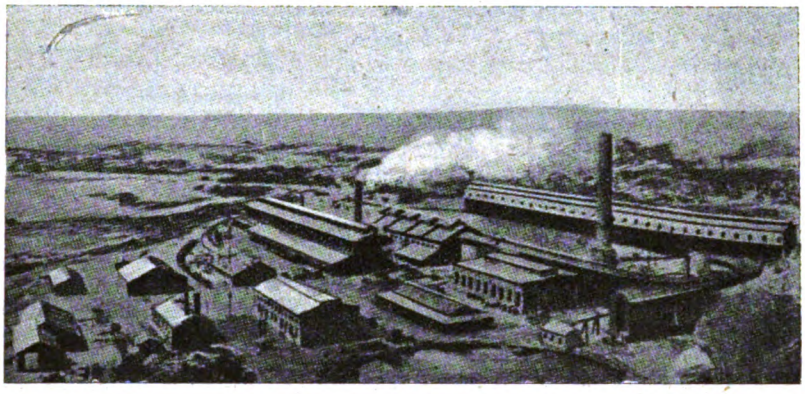


Fig. 3. — Vue d'ensemble de la Canadian Copper Co à Copper Cliff (Ontario).

Le nickel était alors exclusivement employé sous forme d'alliages blancs, ou maillechorts (alliages de cuivre et de nickel), qui furent bientôt utilisés pour la fabrication de monnaie.

C'est à Garnier, ingénieur des mines et administrateur français en Nouvelle-Calédonie, que revient la gloire de la découverte des très importants gisements de minerais de nickel de cette colonie ; ces minerais reçurent les noms de « garniérite », en juste hommage au savant français, et de « Nouméite » pour rappeler la ville de Nouméa.

Garnier et Jannettaz définirent le beau minerai vert trouvé comme étant un silicate complexe d'aluminium et de magnésium coloré par de l'oxyde de nickel (4 mars 1867).

Garnier étudia les procédés métallurgiques permettant d'obtenir le nickel à partir du nouveau minerai. Il fonda le 17 octobre 1876, avec H. Marbeau, une société qui devait être l'ancêtre de la société « Le Nickel ». La métallurgie du nickel était véritablement créée. La matière première, venant de Nouvelle-Calédonie, était traitée et affinée en France, en Allemagne et en Angleterre. La métallurgie du nickel se développa si rapidement que le prix du kilogramme de nickel, qui était de 42 francs environ en 1867, s'abaissa progressivement : en 1882, il était seulement de 8 francs.

En 1883, dans le district canadien de Sudbury, on découvrit de très importants gisements constitués par des minerais sulfurés cuivre-nickel.

Ces gisements, délaissés quelques années, furent exploités quand le nickel entra dans la fabrication courante des aciéries. La construction du chemin de fer « Canadian Pacific » fut un des grands facteurs du développement de l'industrie canadienne du nickel, qui prit sur le marché du monde une place des plus prépondérantes. Les procédés d'extraction et d'affinage étaient la propriété de l'« Orford Copper C° ». Presque parallèlement se développa en Angleterre un nouveau mode d'extraction du nickel des minerais canadiens, dû à L. Mond.

Nous ne décrirons pas ces procédés, ce qui nous entraînerait en dehors du cadre de cette étude, mais par contre nous allons signaler, pour préciser cet historique, quelques autres dates marquantes dans la métallurgie du nickel.

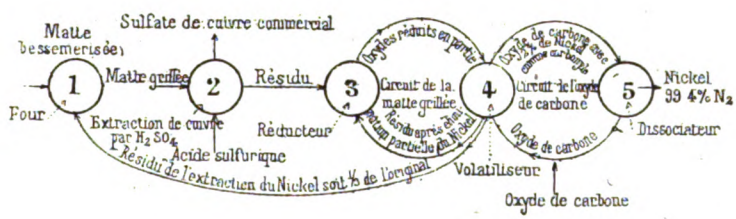


Fig. 4. — Schéma du procédé Mond.

Garnier ouvrit la voie aux métallurgistes en faisant breveter le 15 février 1876 l'addition du nickel à l'acier. Le 10 décembre de la même année fut allumé à Nouméa un haut-fourneau fabriquant de la fonte au nickel, contenant 70 p. 100 de nickel, dont plusieurs échantillons figurèrent à l'Exposition de 1878. On pouvait également voir à cette exposition des alliages fer-nickel affinés, des aciers au nickel et même du nickel malléable.

La société « Le Ferro-Nickel » succéda en 1884 à la société « Fonderie de nickel et de métaux blancs » fondée par H. Marbeau en 1882. De très nombreux travaux furent exécutés, et c'est suivant les directives ainsi établies qu'on réalisa pour la première fois, en 1883, aux Aciéries de Montataire, près de Creil, un alliage qui n'était pas magnétique et qui s'adoucissait par trempe ; c'était un ferro-nickel

Digitized by Google

à 1 p. 100 de carbone et à 25 p. 100 de nickel.

En 1914, l'industrie du nickel était divisée ainsi :

1° Le groupe français, le plus ancien, exploitant les minerais calédoniens, produisant 25 p. 100 de la consommation mondiale ;

2° Les groupes américains et anglais, exploitant les minerais canadiens, produisant 75 p. 100 de la consommation mondiale.

Pendant la guerre, la métallurgie du nickel se développa énormément, car ce métal fut utilisé sur une très grande échelle pour le matériel de guerre. En 1918, comme il fallait s'y attendre, cette industrie subit une crise qui ne pouvait trouver de remède que par la découverte de nouveaux emplois du nickel se substituant à ceux créés de 1914 à 1918 par le grand conflit.

Les producteurs firent un effort considérable, qui fut d'ailleurs couronné de succès, puisque l'industrie du nickel toujours florissante voit chaque jour se créer de nouveaux débouchés à sa fabrication ; aussi a-t-on dit, avec juste raison, que nous étions dans « l'âge du nickel ».

Pour donner au lecteur une idée nette sur la situation économique de la métallurgie du nickel, nous donnons ci-après une statistique de la production mondiale de ce métal en tonnes (1).

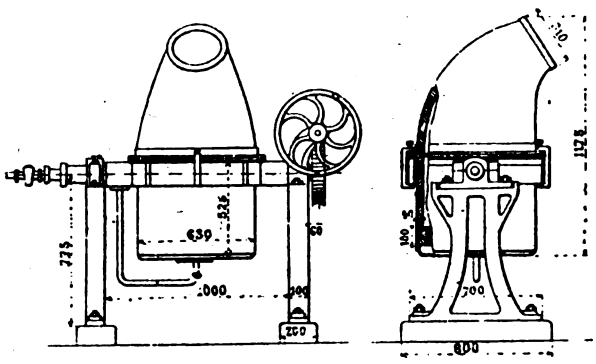


Fig. 5 et 6. — Petit convertisseur à mattes de nickel (Vues de face et de profil).

mer, il est peu attaquable par l'acide sulfurique et ne subit aucune corrosion par contact avec les acides organiques et les alcalis ; cette dernière propriété fait que son emploi s'est fort répandu dans la fabrication des ustensiles d'usage domestique.

Son point de fusion est relativement élevé : 1 450° C. Il a à peu près la même densité (8,6) que le cuivre. C'est un excellent conducteur de la chaleur et de l'électricité. Au point de vue caractéristiques mécaniques, on peut signaler les quelques chiffres suivants représentant des moyennes.

	Limite élastique. (kg.-mm²).	Charge de rupture (kg-mm²).
Fil recuit	13-14	45-50
Barres laminées à chaud.	17-18	52-53
Fil étiré écroui.....	84-85	91-92
Nickel coulé	17-18	38-39

Le nickel se forge facilement, surtout au marteau. Il se lamine à chaud.

La soudure du nickel ne peut se faire directement par forgeage, car à haute température, le nickel s'oxyde ; par contre, avec le chalumeau oxy-acétylénique la soudure est facilement réalisable.

PRODUCTION MONDIALE DU NICKEL (EN TONNES)

Années.	États-Unis et Canada.	France et Belgique.	Allemagne.	Angleterre.	Norvège.	Production mondiale.
1890	750	1 200	434	»	»	2 484
1895	1 800	1 850	698	»	»	4 388
1900	3 000	1 700	1 400	1 500	»	7 600
1905	4 500	2 200	2 700	3 100	»	12 500
1910	10 000	3 500	4 500	3 500	»	17 300
1920	35 777	3 500	»	6 000	602	»
1925	12 000	3 500	»	6 000	»	»

III. — Principales propriétés du nickel.

Rappelons sommairement les principales propriétés du nickel.

Le nickel est un métal blanc susceptible d'acquérir un beau poli. Inoxydable à l'air à la température ordinaire, non plus qu'à l'eau de

IV. — Principales applications du nickel et de ses alliages.

Nous nous contenterons ici d'un exposé des plus général, car les applications du nickel et de ses alliages sont multiples.

Nous signalerons tout d'abord d'une façon résu-

(1) Statistique extraite de la conférence faite par M. L. Guillet, à l'occasion de la « Semaine du nickel » le 16 octobre 1927.

Digitized by Google

mée, dans le tableau ci-après, les formes sous lesquelles on obtient le nickel commercial.

TABLEAU DES DIFFÉRENTES FORMES COMMERCIALES DU NICKEL (1)

Nickel p. 100.	Forme commerciale.	Nickel p. 100.	Forme commerciale.
99,00	Lingots pour fabrication d'acier au nickel. Grenailles pour la fabrication d'alliages au nickel.	92,00-99,00	Anodes de nickel pour l'industrie du nickelage.
99,90	Nickel électrolytique pour la fabrication d'alliages au nickel.	92,50	Grenailles de nickel à basse température de fusion pour la fabrication de fontes au nickel.
99,80	Boulettes pour la fabrication d'acier et d'alliages au nickel.	77,50	Oxyde de nickel.
99,50	Nickel réduit en grains pour la fabrication de sels de nickel.	69,00	Métal monel.
95,50	Rondelles pour la fabrication d'alliages spéciaux au nickel.	44,00	Carbonate de nickel pour catalyse.
		25,80	Sulfate de nickel cristallisé pour l'industrie du nickelage.
		14,80	Sulfate double de nickel et d'ammonium pour l'industrie du nickelage.

Le principal emploi industriel du nickel est la fabrication des aciers spéciaux au nickel, puisque cette fabrication consomme environ 35 p. 100 de la production en nickel. Depuis l'année 1890, époque à laquelle l'acier au nickel fit son apparition sous forme de plaque de blindage, son emploi n'a pas cessé de s'étendre et de se généraliser. Le nickel est actuellement étudié sous forme d'acier au nickel, nickel-chrome, nickel-molybdène, comportant une teneur en nickel variant de 0,5 p. 100 à 5 p. 100. Ces aciers servent dans l'armement (éléments de canons, plaques de blindage, projectiles, etc.), dans l'industrie automobile (engrenages, bielles, vilebrequins, roulements à billes, différentiels, etc.), dans la construction aéronautique, dans la fabrication des organes de locomotives, des machines-outils, des turbines à vapeur et hydrauliques, de l'outillage de mines, etc. Aux États-Unis on emploie également le nickel comme addition à certaines catégories d'acier moulé.

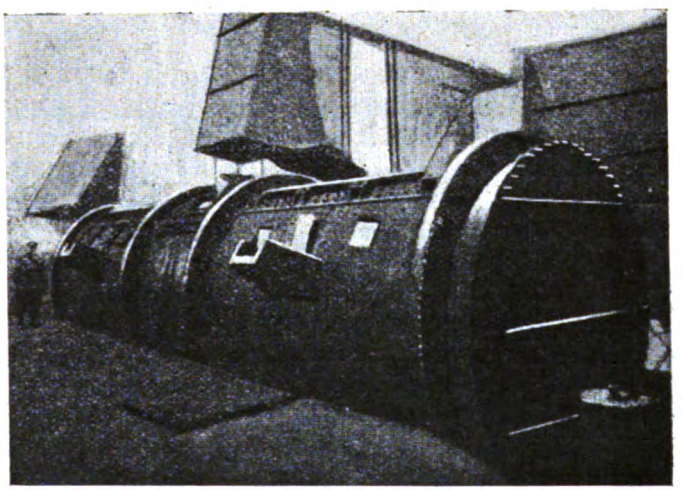


Fig. 7. — Vue d'un convertisseur de la Canadian Copper Co.

Les alliages de nickel et de cuivre sont très intéressants. Nous citerons les principaux : le « métal Monel » (Cu = 68 p. 100, Ni = 32 p. 100), remarquable par ses propriétés mécaniques et sa résistance à la corrosion ; il est utilisé, de ce fait, pour la fabrication d'appareils domestiques de machines, destinées à l'industrie alimentaire ou chimique. Les alliages du type « maillechort » (2) qui, les premiers, furent obtenus industriellement, servent à la fabrication des couverts, des robinets, des tuyauteries, etc. Ils contiennent 40 à 65 p. 100 de cuivre, 20 à 25 p. 100 de nickel, 15 à 30 p. 100 de zinc. Enfin on peut encore citer les alliages monétaires ; à l'heure actuelle, 75 pays utilisent pour la frappe de leur monnaie le nickel pur (francs belges, lires italiennes), et surtout des alliages de nickel et de cuivre contenant au moins 25 p. 100 de nickel (monnaie de billon belge, américaine, suisse, autrichienne, chilienne et allemande). Elles contiennent 10 à 31 p. 100 de zinc.

Une autre application très importante du nickel

(1) Tableau extrait du mémoire présenté, au Congrès des mines et de la métallurgie de l'empire britannique tenu à Toronto (1927), par M. R.-C. Stanley, président de l'International Nickel C°. *Revue universelle des mines* (janvier 1928).

(2) Cet alliage est d'origine allemande ; mais son nom est formé de la première syllabe de deux Français, Maillot et Chorier. On l'a appelé aussi, par corruption, *Melchior*.

Digitized by Google

est la fabrication des ferro-nickels et des alliages d'aciers au nickel, dont les principaux sont :

1° Alliages à 35 à 45 p. 100 de nickel : étudiés par M. Guillaume ; ils présentent un coefficient de dilatation extrêmement faible, d'où le nom d' « invar » donné à l'un de ces alliages à 36 p. 100 de nickel. Leurs principaux emplois sont la fabrication des instruments de précision et de mesure, les balanciers d'horloges, les treillages destinés à renforcer le verre, etc.

2° Les ferro-nickels à haute teneur en nickel (50 à 80 p. 100 de nickel) : leur perméabilité magnétique étant extrêmement élevée, on les utilise pour la fabrication de transformateurs spéciaux, des câbles sous-marins, etc. ; le *Permalloy* est l'un des plus récents.

3° Les aciers au nickel contenant 20 à 25 p. 100 de nickel : ils sont non-magnétiques, et sont employés couramment dans la construction électrique.

Le « nickelage », qui consiste à recouvrir d'un dépôt galvanique de nickel le laiton ou l'acier, date de 1870. A l'heure actuelle, ce procédé a reçu un très grand développement, grâce aux débouchés nouveaux créés en particulier par le développement de l'industrie automobile. Le problème du nickelage a été très travaillé depuis ces dernières années et cela dans le but d'obtenir sur les objets devant être protégés une couche de nickel suffisamment épaisse pour résister aux intempéries d'une façon plus efficace que les pellicules minces obtenues par les procédés de l'ancienne technique.

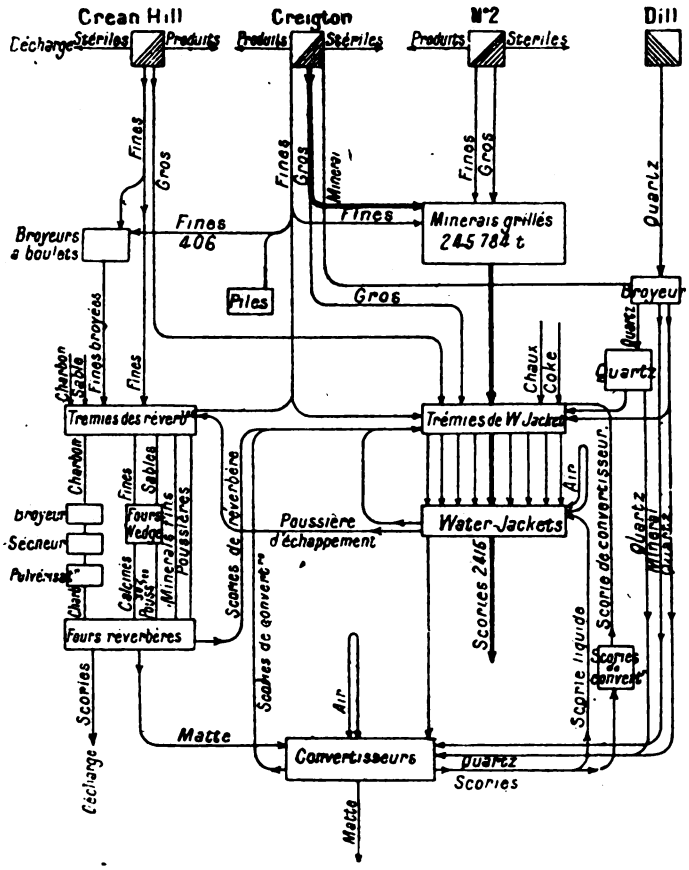


Fig. 8. — Schéma de la marche des usines de la Canadian Copper Co.

Les « fontes au nickel » contenant de 0,5 à 3 p. 100 de nickel, sont utilisées très avantageusement pour la fabrication des cylindres d'automobiles, pistons, segments, matrices d'estampage, différentiels, manchons d'assemblage, etc.

Les fontes contenant 5 p. 100 de nickel, conviennent parfaitement pour la fabrication des résistances de chauffage pour wagons.

Dans les fabrications d'outillage électrique, on utilise également

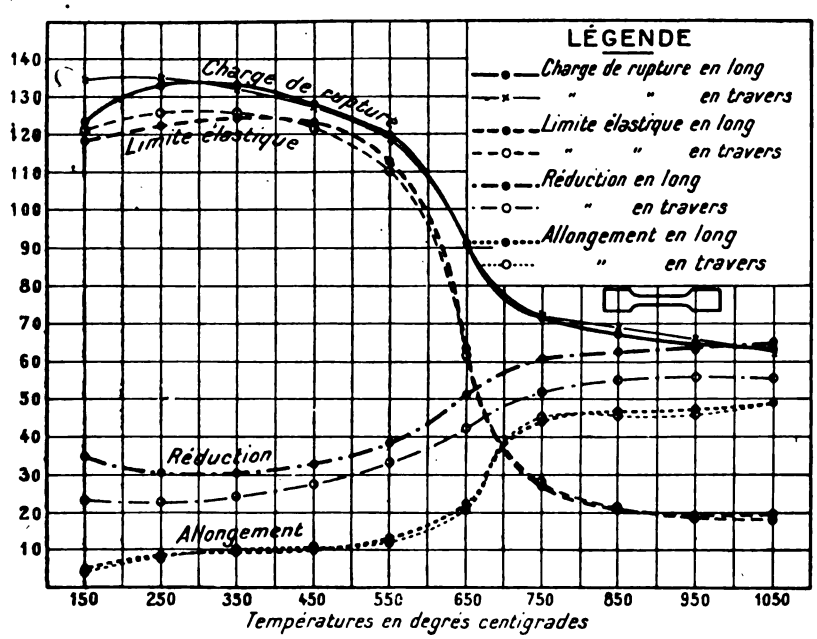


Fig. 9. — Modifications des propriétés mécaniques du nickel après recuit.

Digitized by Google

quelquefois des fontes à 10 ou 15 p. 100 de nickel.

L'addition de nickel aux bronzes, dans la proportion de 0,5 à 2 p. 100, améliore d'une façon sensible les propriétés mécaniques de ces alliages. Cette propriété du nickel est connue depuis plus de vingt-cinq ans et a reçu une application dans la fabrication des bronzes plastiques « Ajax ». A l'heure actuelle l'addition de nickel dans les bronzes se généralise.

Les alliages de nickel et de chrome (25 à 85 p. 100 de nickel) souvent dénommés « nichrome » et encore : « chromel, nichroloy, chromax, kromor, calorite », ce dernier le plus résistant de tous, présentent des propriétés extrêmement intéressantes au point de vue résistivité électrique et résistance à l'oxydation aux températures élevées. Les principales applications de ces alliages, dont les types sont assez nombreux (1), sont les résistances de chauffages des appareils électriques (fours de laboratoire, radiateurs pour chauffage domestique, percolateurs, pyromètres, rhéostats, etc.), et le matériel de traitement thermique (creuset, protecteur de canne pyrométrique, caisse de cémentation, etc.). Il existe également des nichromes inattaquables par les acides industriels (alliages Brix, Baris, Dempster, Borchers, Haynes, Parr, Mac Farland, etc.)

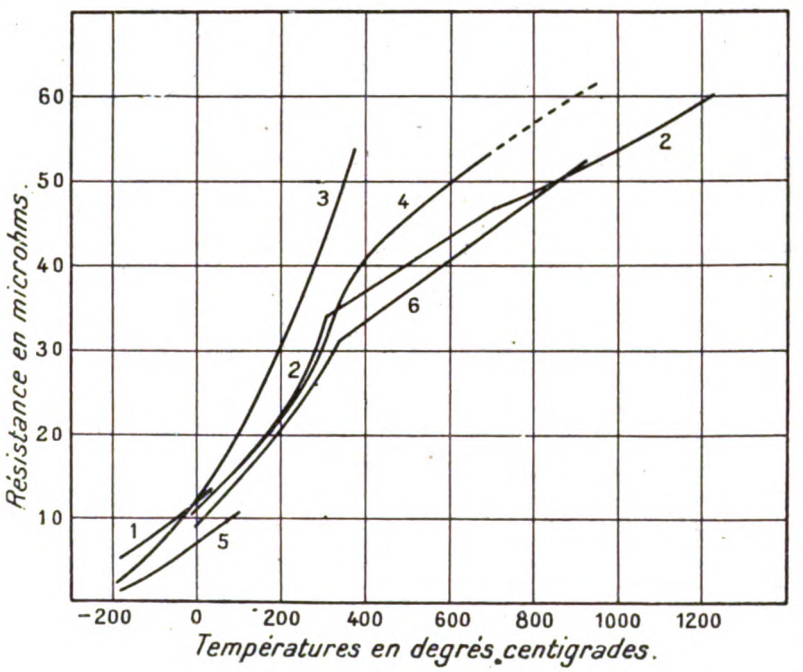


Fig. 10. — Résistance électrique du nickel à basse et à haute température.

Les pièces coulées en aluminium destinées à la quincaillerie, à la construction automobile, etc. peuvent contenir de 1,5 à 5 p. 100 de nickel.

L'alliage or-nickel reçoit, à l'heure actuelle, d'assez nombreux emplois dans la bijouterie sous le nom d' « or blanc », alliage que l'on substitue au platine.

Les cupro-nickels, alliages contenant de 15 à 50 p. 100 de nickel, sont utilisés pour des fabrications spéciales : enveloppes de balles, pièces coulées devant résister à la corrosion par certains agents chimiques, etc.

Le nickel est utilisé encore sous une forme pure (99 p. 100) et malléable dans un grand nombre de fabrications : ustensiles divers (casseroles, récipients de cuisine, etc.), outillage et matériel de laboratoire (creusets, capsules, etc.), aubes de turbines à vapeur, accessoires d'automobile, bougies d'allumage pour moteurs à gaz, tubes de T. S. F., tubes sans soudures, etc.

Le nickel trouve également un usage dans la fabrication des éléments de piles et d'accumulateurs. *La Science Moderne* a déjà parlé à plusieurs reprises des accumulateurs alcalins au fer et au nickel.

Pour être complet, il faut enfin ajouter que le nickel est employé, sous forme de fragments finement divisés, comme catalyseur dans l'industrie du raffinage des pétroles, dans les synthèses de divers composés organiques (alcools, hydrocarbures), dans la synthèse de l'ammoniaque.

Ce rapide exposé met nettement en valeur l'importance qu'a prise, au cours de ces dernières années, le nickel dans l'industrie française.

Il n'est pas douteux, d'autre part, que sous l'impulsion de manifestations techniques du genre de celle dont nous parlions au début de cet article, *La Semaine du nickel*, ce métal ne prenne de plus en plus une place de premier plan du fait de l'étude plus approfondie de ses propriétés.

La documentation considérable, constamment mise à jour, et soigneusement vérifiée par le « Centre d'information du nickel », est un très puissant facteur de développement. Aussi a-t-on tout lieu de croire que, rappelant une expression citée récemment, « un brillant avenir est réservé à ce métal brillant ».

(1) Il existe des alliages de nickel et chrome contenant d'autres éléments, notamment du fer (0 à 50 p. 100) ; et des cupro-manganèses au nickel ou au fer, sans chrome.

Digitized by Google

Après l'exploit de Costes et de Le Brix (II)

PAR

M. LECOINTE

Ingénieur au corps de l'Aéronautique.

Le 21 mai 1927, Lindbergh, parti *seul* de New-York, à bord du *Spirit of Saint-Louis*, atterrissait au Bourget, après trente-trois heures et vingt-sept minutes de vol. Il est superflu de rappeler ici les circonstances de ce voyage, encore présentes dans toutes les mémoires et l'enthousiasme du public parisien à l'arrivée du jeune triomphateur.

Au point de vue technique, l'exploit de Charles Lindbergh comporte des particularités de tous ordres qui mériteraient une analyse complète. Mais, sans entrer dans des détails déjà connus de tous les spécialistes, nous pouvons du moins retenir les points essentiels suivants :

1° Le fait de tenter seul l'aventure ne marque pas seulement un courage, une science, et une résistance physique et morale admirables. Il prouve, contrairement à l'opinion généralement admise l'an dernier, qu'un voyage aussi long et aussi précis peut être accompli par un seul homme, remplissant à la fois les fonctions de pilote et celles de navigateur. Encore faut-il que le pilote ait à sa disposition des instruments judicieusement choisis, et qu'il réduise au strict indispensable les opérations toujours délicates de la navigation.

En particulier, Lindbergh disposait des appareils de contrôle habituels : altimètre, indicateur de vitesse, etc. ; d'un cinémo-dérivomètre, appareil permettant de mesurer la dérive, c'est-à-dire la déviation produite par le vent sur la route théorique de l'avion (à condition toutefois qu'une visibilité suffisante permette d'utiliser des repères, qui à la surface de la mer sont toujours rares et constitués uniquement par les crêtes des lames ou des taches fixes qui peuvent se former sur l'eau) ; enfin d'un compas spécial *à induction terrestre*, permettant de tenir facilement un cap en ramenant constamment une aiguille sur le zéro d'une graduation (mais ce compas Pioneer étant magnétique, indique des caps magnétiques et non géographiques, d'où la nécessité d'une correction).

Ainsi pourvu, le pilote peut, dans une certaine mesure, *évaluer* à chaque instant sa position sur la carte. Il fait ce qu'on appelle de la navigation « à l'estime ». Mais comme il ne dispose ni de sextant, ni d'émetteur ou récepteur de T. S. F., il ne peut jamais *faire le point* d'une façon précise par les procédés astronomiques, ou par la radiogoniométrie.

2° On fut certainement surpris en apprenant que le pilote était strictement enfermé dans sa carlingue, et ne possédait de visibilité vers l'avant qu'au moyen d'un *périscope* de fortune. A la réflexion, rien de plus logique que cette solution de principe si l'on songe que, pour un voyage de ce type, le confort du pilote, l'installation matérielle, le chauffage, etc., devaient l'emporter de beaucoup sur la sécurité d'atterrissage, à peu près seule intéressée à la visibilité vers l'avant, pour un avion non destiné à l'acrobatie. La question des carlingues fermées reste d'ailleurs controversée, et beaucoup de pilotes préfèrent l'habitacle classique des appareils militaires, exposé à l'air libre, et muni seulement d'un pare-brise ou d'un saut-de-vent. Mais, en définitive, Lindbergh ayant choisi lui-même le monoplan Ryan, et l'ayant fait aménager selon ses directives, avait popularisé la formule de l'avion « conduite intérieure », déjà en service régulier sur les lignes américaines.

3° Il importe peu pour le grand public que l'avion ait été monoplan, plutôt que sesquiplan ou biplan. Ce litige n'est d'ailleurs pas définitivement tranché, pas plus que celui qui met aux prises la construction en bois et la construction métallique. Toutes ces formules ont des avantages et des inconvénients qui leur sont propres, et les problèmes qu'elles posent sont du domaine de l'ingénieur ; celui-ci doit tenir compte à la fois, pour les résoudre, des performances à accomplir, dont le projet impose une certaine surface portante à l'appareil, de la légèreté de construction, toujours désirable, et enfin d'une résistance aussi grande que possible aux efforts à supporter, aux attaques des agents atmosphériques et de l'eau de mer, etc. Comme on le voit, cette étude ne peut être abordée ici, et nous signalons simplement sa complexité.

Par contre, un fait essentiel, c'est que le *Spirit of Saint-Louis* est du type *avion*, appareil décollant du sol et s'y posant, mais ne pouvant ni prendre son vol à partir de la mer, ni surtout s'y poser et flotter, en cas de panne subite, dans l'attente de secours. A ce point de vue l'appareil de Lindbergh excluait toute possibilité de parer à un incident en cours de

Digitized by Google

route, si l'on excepte toutefois le modeste radeau de sauvetage emporté à bord. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point, pour un examen d'ensemble.

4° Passons au moteur. Nous relevons trois caractéristiques essentielles. Tout d'abord l'appareil ne comporte qu'*un seul moteur*, donc pas de possibilité de voler avec « un moteur stoppé » comme pour les avions multi-moteurs. En second lieu, le moteur est à refroidissement *par air*, formule très généralisée aux Etats-Unis pour les petites et moyennes puissances, et naturellement avantageuse puisqu'elle élimine, de la charge totale à enlever au départ, un « poids mort » constitué par l'eau de circulation, le ou les radiateurs, et la tuyauterie correspondante.

Enfin le moteur utilisé, le Wright Whirlivind J. 5, donne *220 CV d'équivalent de puissance* à 1 800 tours-minute... et c'est là la révélation essentielle de l'exploit : 220 CV, alors que la technique française s'orientait nettement vers les moteurs de 500 CV, et même davantage. New-York-Paris réalisé par un avion de moyenne puissance, presque de tourisme, et ceci grâce à un moteur endurant, léger (poids 1 kg,04 par CV de puissance) et économique de consommation en essence et en huile.

Ici, quelques chiffres caractéristiques sont indispensables, et nous nous excusons de les reproduire.

L'appareil pesait au départ 2 380 kilogrammes se répartissant comme suit : poids à vide 975 kilogrammes ; pilote et accessoires, 95 kilogrammes ; essence, 1 246 kilogrammes (environ 1 700 litres) ; huile, 64 kilogrammes (75 litres).

Le poids par CV ressort donc à 10 kg,700 ; cette donnée essentielle conditionne tous les raids du même genre, puisque la difficulté de l'envol est d'autant plus marquée que le poids au CV est plus élevé. A titre d'exemple, cette quantité est de 3 à 4 kilogrammes pour les avions de chasse, monte à 4 kg,500, 5 kilogrammes et 5 kg,500 pour les avions biplaces, atteint 6 à 8 kilogrammes pour les avions de grande reconnaissance et de combat. Seuls les avions de raid affrontent le chiffre de 9 ou 10 kilogrammes ou même des chiffres supérieurs.

Une certaine quantité de combustible fut en outre récupérée à l'arrivée, et la consommation totale s'établit à 1380 litres d'essence et 18 l,700 d'huile. On pourrait épiloguer indéfiniment sur ces chiffres, qu'il est possible de traduire de plusieurs façons.

On imagine en effet aisément qu'au cours d'un tel voyage, le *régime* du moteur, donc la *puissance* effective utilisée, la *vitesse* de l'avion et son *altitude*, enfin la *consommation* horaire, sont des quantités qui *varient constamment*. Les variations doivent même être déterminées à l'avance, et les diagrammes correspondants, qui font partie de la préparation technique du vol, constituent un tableau de marche dont le pilote doit chercher à se rapprocher le plus possible, au moins si les conditions du voyage (vent, température, brume neige, etc.) le lui permettent. On ne peut donc, après coup, qu'établir des « moyennes » qui n'ont de sens qu'au point de vue comparatif avec des vols analogues.

D'autre part, le kilométrage de la route est théorique, puisqu'il est calculé sur la distance minima, c'est-à-dire l'arc de grand cercle passant par deux points donnés de la surface terrestre. Cette route, dite *orthodromie*, n'est jamais rigoureusement suivie, car elle exigerait un changement continu du cap au compas. On la décompose en un certain nombre de segments de *loxodromies* qui coupent les méridiens à angle constant, et tout le long desquels on peut garder le même cap. Quoi qu'il en soit des variations possibles, se traduisant par des lacets successifs, la distance théorique entre New-York et Paris est de 5 850 kilomètres.

Dans ces conditions, la consommation d'essence fut de 41 l,2 par heure, ou de 23 l,6 aux 100 kilomètres ; ceci pour une vitesse moyenne de 175 kilomètres-heure. Les chiffres correspondants pour l'huile sont de 0 l,55 et de 0 l,32. Si l'on ne tient pas compte des frais d'établissement et d'amortissement, et si l'on considère uniquement les frais bruts de consommation de combustible, on sera surpris du prix relativement minime de cette extraordinaire traversée.

***

L'exploit de Lindbergh reste inégalable par son originalité même ; mais il est certain qu'au strict point de vue des chiffres, celui de Chamberlin et Levine est encore supérieur.

Partis le 4 juin de Roosevelt Field, les deux hommes atterrissaient après quarante-deux heures et demie de vol, à Eisleben, en Saxe, ayant parcouru 6 300 kilomètres, à la vitesse moyenne de 148 kilomètres-heure. La distance couverte constitue le record du monde de distance en ligne droite, non encore battu. Bien entendu, l'avantage n'est point dans les 500 kilomètres d'écart, puisque Lindbergh s'est volontairement arrêté au Bourget, ayant encore environ huit heures de vol en disponible. Mais il reste que dans des conditions techniques identiques, deux personnes ont été transportées, et que par conséquent, le rendement est sensiblement doublé.

La ressemblance entre le monoplan Ryan *Spirit of Saint-Louis* et le monoplan Wright-Bellanca *Miss Columbia* est particulièrement frappante, et prouve bien que la solution optimum avait été à peu près établie : même formule générale de planeur, même moteur, et charges à peu près identiques, ainsi qu'il ressort des données suivantes :

Digitized by Google

Poids à vide, 940 kilogrammes ; essence, 1 250 kilogrammes ; huile, 80 kilogrammes ; équipage et divers, 190 kilogrammes, poids total, 2 460 kilogrammes, soit 80kg,200 par CV. La consommation d'essence fut de 40 litres par heure, et de 27 litres aux 100 kilomètres, ce dernier chiffre s'expliquant par la vitesse moyenne, plus faible, qui fut réalisée. Mais, encore une fois, il y avait deux personnes à bord.

Quant à l'équipement, il ne différait pas sensiblement de celui de Lindbergh. A signaler toutefois que l'équipage emportait des bombes fumigènes spéciales utilisées comme repères pour les mesures de dérive par production de taches de fumée dense à la surface de l'eau.

***

Avec le commandant Byrd, et ses trois compagnons Noville, Acosta et Balchem, dont l'appareil *America* traversa l'Atlantique du 29 juin au 1er juillet, entre New-York et Ber-sur-Mer (Calvados), nous sommes en présence de la première tentative offrant des garanties de sécurité très supérieures aux deux précédentes.

En premier lieu, si l'appareil Fokker, dérivé du type VII commercial, est du type *avion*, il est, par contre, équipé de trois moteurs Wright du type précédent, et des passerelles de fortune ont été installées pour rendre les moteurs latéraux *accessibles en vol*, dans le cas de réparations éventuelles.

L'équipage emporte d'autre part, outre les instruments précédents, un sextant à bulle, permettant de faire le point à 10 milles près ; un poste émetteur récepteur de T. S. F., de 690 mètres de longueur d'onde grâce auquel l'appareil a reçu des messages de bateaux à plus de 3 500 kilomètres, lui donnant son relèvement ; un petit poste de secours de 80 kilomètres de portée ; des embarcations en tissu de ballon, se gonflant à la bouche en quatre minutes ; des appareils évaporatoires à récupération pour avoir de l'eau douce, etc. Enfin, l'équipage de quatre hommes permet de constituer l'équipe de spécialistes qui sera sans doute indispensable à bord des gros appareils de transport de l'avenir, savoir : un pilote, un radiotélégraphiste, un mécanicien, un chef de bord-navigateur, l'un de ces trois derniers au moins pouvant remplacer le pilote pour la conduite matérielle de l'appareil.

Il est superflu de rappeler dans quelles conditions l'appareil vint s'échouer sur la plage de Ver-sur-Mer, après une nuit passée dans la tempête, en détresse au-dessus du territoire français. Ces conditions rendent tout à fait précaire l'évaluation de la distance franchie, et par suite les chiffres d'heures de vol et de consommation.

Toutefois, parmi les enseignements à tirer du vol, on peut noter l'extraordinaire difficulté de la navigation (compas Pioneer déréglé, défaut de réception des postes français, etc.) et d'autre part les déclarations du pilote Acosta, qui, restant dix heures sans voir aucun horizon, a pu piloter correctement par l'usage unique des instruments de bord : indicateur de virage, indicateur de pente longitudinale et transversale. Les expériences conduites actuellement en France permettent de penser que cette méthode est en voie de généralisation, et que le temps n'est pas loin où un pilote pourra voler en carlingue close, par temps bouché, sans aucun risque.

***

L'Atlantique Nord fut encore franchi, le 28 août toujours dans le mêmes sens, par Brock et Schlee, sur un monoplan Stinson, monomoteur Wright, mais cette fois sur la distance plus réduite de Harbour-Grâce (Terre Neuve) à Croydon, soit 3 800 kilomètres environ. Cette performance s'inscrivait comme une des étapes d'un voyage de Détroit Tokio, qui fut accompli par la traditionnelle route des Indes. La distance de *22 000* kilomètres avait été franchie en 18 étapes et en 22 jours. Ultérieurement, ayant traversé le Pacifique en paquebot, Brock et Schlee volaient de San Francisco à Détroit en 2 étapes, ayant alors effectué le tour du monde en 42 jours.

Onze autres tentatives, depuis celle de Nungesser et Coli, avaient été faites, soit des Etats-Unis, ou du Canada vers l'Europe, soit de France, d'Irlande ou d'Allemagne, vers le Nouveau Continent. Cinq se réduisirent à des faux départs ; six causèrent la mort de quinze personnes dont deux femmes, la princesse Lœwenstein et Miss Grayson. Il y faut encore ajouter les deux sauvetages dramatiques, au large des Açores, de Miss Ruth Elder et du capitaine Haldeman, et celui du général italien de Pinedo, qui accomplissait la traversée avec escale, sur hydravion.

C'est seulement le 13 avril 1928 que l'équipage allemand du *Bremen* a pu franchir l'Atlantique d'est en ouest, mais pour aller se perdre dans une île de la côte du Labrador.

Ce bilan prouve clairement que si l'exploit est possible, il n'est pas encore dans les moyens *normaux* de l'avion. Mais on peut, déjà, en partant des données acquises, chercher à établir l'avant-projet des types d'appareils susceptibles de correspondre à des régimes d'*exploitation régulière*.

Cette étude, forcément entachée d'empirisme et, par cela même, approximative donne en particulier les résultats suivants :

Digitized by Google

Entre les trois routes possibles : orthodromie — route des transatlantiques — et route des Açores (avec escale), l'examen des différentes conditions météorologiques, des stations émettrices de radiogrammes réguliers, et surtout du *régime des vents*. conduit à opter pour la route des Açores, lorsqu'il s'agit de pouvoir faire le voyage *dans les deux sens*. Les deux distances à franchir sont respectivement de 2 731 kilomètres pour Paris-Açores et 3 872 kilomètres pour Açores-New-York. En tenant compte du vent le plus défavorable, le plus long voyage à faire est de 29 heures pour un avion marchant à 150 kilomètres-heure, c'est-à-dire qu'un rayon d'action de 32 heures suffirait donc (1).

Ceci posé, on envisage deux types d'exploitation :

1° Un avion comportant, outre les trois hommes d'équipage, une charge utile, ou fret, de 1 500 kilogrammes. Ce tonnage permettrait d'installer par exemple dix passagers, avec un minimum de bagages.

2° Un avion ne prenant que du courrier, et pour un poids de 200 kilogrammes seulement.

Avec les poids de construction et de consommation admissibles, l'avion du premier type serait d'un poids d'environ 45 tonnes, et aurait une puissance de 4500 CV. Il semble nécessiter un équipage beaucoup plus important que celui prévu. En outre, en admettant que l'amortissement est calculé sur 500 heures pour les moteurs, et 1 000 heures pour la cellule, le prix de la traversée reviendrait à 600 000 francs, c'est-à-dire 60 000 francs par passager.

Par contre, l'avion du second type pèserait 18 tonnes, avec 1 900 CV de puissance. La traversée reviendrait à 308 000 francs environ, soit 30 fr. 80 pour une lettre de 20 grammes, qui pourrait être distribuée à peu près deux jours et demi après sa mise à la poste.

***

Nous ne prétendons pas donner ces chiffres comme définitifs, ni même en tirer aucune espèce de conclusion. Il est trop clair que toutes les données sont sujettes à révision, et que la moindre variation de l'une d'entre elles, poids de construction et poids total par cheval de puissance, taux des consommations horaires, vitesse admise pour le vol horizontal de régime, sans compter toutes celles que nous avons volontairement négligées, suffit à bouleverser toutes les prévisions établies.

Nous avons seulement voulu montrer comment les résultats des grands raids sont infiniment précieux, pour orienter dans le sens voulu les recherches des savants, des ingénieurs, des constructeurs. C'est là sans doute l'aspect essentiel de cette question si controversée.

Les raids sont les expériences décisives qui, après le laboratoire, l'usine, les vols d'essai, et même le service régulier, peuvent nous fixer *pratiquement* sur les *possibilités limites* de l'avion ou de l'hydravion ; améliorer les performances de raids, c'est donc forcément contribuer au progrès de l'Aéronautique, sous l'une ou l'autre de ses formes

On peut d'ailleurs en dire autant de toutes les *performances de records*, car, si nous sommes encore loin, pratiquement, de la vitesse de 500 kilomètres-heure, réalisée à la récente Coupe Schneider, celle-ci aura servi à la mise au point de moteurs de 1 000 CV de puissance, qui peuvent être utilisés pour une toute autre fin, dans l'avenir. En outre, les épreuves de ce genre éclaircissent une multitude de problèmes : notamment, en ce qui concerne la comparaison des résistances passives (trainée) des cellules d'avions et d'hydravions, à coques et à flotteurs, la Coupe Schneider a fourni des résultats surprenants, puisqu'actuellement et contrairement aux prévisions de toutes les techniques, c'est un hydravion à flotteurs qui est l'appareil le plus rapide du monde, donnant 512 kilomètres-heure contre 448 kilomètres-heure seulement pour l'avion terrestre.

Dans le même ordre d'idées, on conçoit que le record de durée n'a qu'un intérêt purement technique, car s'il importe peu que deux hommes, se relayant aux commandes, puissent voler cinquante-trois heures au dessus d'un circuit déterminé, le lecteur doit saisir maintenant quel est le sens d'une pareille démonstration, au point de vue de la charge enlevée, et du décollage de l'appareil. Enfin, toutes les tentatives successives contre le record de distance en ligne droite, sont des vols se rapprochant beaucoup de raids véritables et d'ailleurs toujours dénommés tels ; vols d'endurance et de vitesse tout à la fois, puisqu'il s'agit d'aller le plus loin possible, en partant dans des conditions de charge bien définies.

Tout ce qui précède montre qu'en définitive il importe assez peu que les appareils de raid diffèrent plus ou moins sensiblement des appareils normaux de série, pourvu qu'ils aident à la construction de machines répondant à un service déterminé, et dans les conditions de fonctionnement d'une entreprise viable. Mais nous voudrions utiliser les considérations précédentes à la discussion de quelques questions auxquelles le public semble s'intéresser d'autant plus qu'il est plus difficile d'y répondre d'une façon formelle.

En premier lieu, *qui doit l'emporter, de l'avion ou de*

(1) *Bulletin technique* n° 44 du Service technique et industriel de l'aéronautique (ingénieur en chef Franck et lieutenant de vaisseau Chalamand), auquel nous empruntons les chiffres qui suivent.

Digitized by Google

l'hydravion? On est tenté de répondre que cela dépend du trajet, et de sa nature terrestre ou maritime ; mais cette solution simpliste appelle de nombreux correctifs. Si l'avion nécessite en exploitation normale des *terrains* repérés à l'avance, avec leurs installations, c'est-à-dire une infrastructure spéciale, il faut à l'hydravion, dans les terres, une suite de *plans d'eau* bien déterminés, pour les escales successives : le problème est le même pour les deux types, si l'on veut prévoir des points de secours intermédiaires. Le risque que court l'avion lorsqu'il survole la mer est évidemment « complet », si l'on peut ainsi s'exprimer, mais celui qui menace l'hydravion, obligé de poser sa coque ou ses flotteurs sur le sol, n'est pas non plus négligeable ; en outre, comme on l'a dit, l'hydravion ne décolle qu'avec une charge bien plus faible que l'avion terrestre et il est nettement plus lourd de construction, ce qui peut imposer l'avion, faute de mieux, pour certains parcours maritimes.

En 1925, le très beau voyage Rome-Melbourne-Tokio-Rome, accompli par l'aviateur italien de Pinedo sur un hydravion Savoïa, à moteur français Lorraine 450 CV (55 000 kilomètres parcourus), semblait avoir liquidé ce procès. En fait, si l'on considère la grande route d'Extrême-Orient, passant par la Méditerranée orientale, les Indes et l'Indochine, on constate qu'elle comporte les escales convenant aux deux types, et la plus belle performance sur ce parcours a été réalisée par un avion terrestre, celui de Costes et Le Brix.

N'oublions pas enfin que deux autres formules existent : *l'amphibie*, appareil mixte, et l'*avion marin*. Dans le premier, le train d'atterrissage à roues est remplaçable par des flotteurs, moyennant un travail de démontage et remontage plus ou moins long, à exécuter à l'aérodrome ou à l'aéro-port ; ou bien, ce qui vaut mieux, l'appareil à coque centrale est muni d'un train *relevable en vol* ; l'avion marin ne peut pas partir de la mer, mais des dispositifs spéciaux de flottabilité lui permettent de s'y poser dans l'attente de secours. Enfin rappelons que le train d'atterrissage de l'*Oiseau blanc* fut largué peu après le départ et retrouvé intact à Sarcelles. Cette énumération montre la variété des combinaisons qu'il est possible d'adopter pour des cas donnés, et sans qu'il soit possible d'en préconiser une *à priori*.

***

On a pu voir également combien les conditions du vol commercial sont différentes, au point de vue du rendement, selon que l'on transporte des *passagers*, des *marchandises*, ou de *la poste*, et selon que l'on fait, au non, une application régulière du *vol de nuit*.

Le public a trop tendance à ne voir dans l'avion qu'un engin de transport de personnes ; il oublie trop qu'une lettre pèse 20 grammes, un colis de l'ordre de 500 grammes ou 1 kilogramme, par exemple, et un passager, avec sa combinaison et son bagage à main, environ 100 kilogrammes. Il en résulte des conditions d'exploitation qui dépendent étroitement du fret transporté sur chaque parcours, comme le montrent les exemples suivants :

La Compagnie Air-Union assure le service aérien de Paris à Marseille en cinq heures quinze minutes, le départ ayant lieu à 8 h. 30 et l'arrivée à 14 h. 45. Encore faut-il ajouter à cette durée celle des trajets de chaque ville à l'aérodrome correspondant. Il est clair qu'un voyageur pressé, consentant à passer la nuit en chemin de fer, ce qui, entre parenthèses, n'interrompt nullement ses affaires, arrivera le lendemain à Marseille à 10 heures du matin, c'est-à-environ quatre heures avant l'avion.

Si le voyage doit durer plusieurs journées, le gain que procure l'avion sur le chemin de fer diminue avec la longueur du voyage, du fait que le voyage de nuit n'existe pas. C'est ainsi que le voyageur parti de Paris à 7 h. 45 arrive le troisième jour à 17 heures à Constantinople, après voir passé deux nuits à Prague et à Belgrade, et payé 3 400 francs sa place. L'utilisation de tronçons déterminés de la ligne apparaît dans ces conditions plus intéressante que celle de la totalité.

Bien entendu, les conclusions sont toutes différentes, si les contrées traversées ne disposent pas d'un réseau ferré normal, s'il y a des obstacles naturels imposant des détours importants, ou des bras de mer à traverser. La ligne France-Maroc-Dakar-Amérique du Sud en est un exemple, et sa prospérité dépendra directement du « temps » qu'elle réalisera entre Paris et Buenos-Ayres, après la période d'essais. Indiquons qu'en 1927, cette ligne a drainé presque tout le courrier à destination du Maroc, soit 334 702 kilogrammes-étapes pour la Poste, entre Toulouse et Casablanca, et 3 047 passagers-étapes sur le même parcours.

Le vol de nuit n'est malheureusement pas encore de pratique courante, parce qu'il exige un entraînement spécial des pilotes, un équipement des appareils adapté à des procédés particuliers de navigation, et surtout des dispositifs de balisage et d'éclairage de la route à suivre et des terrains d'escales. C'est pourquoi dans la plupart des raids par étapes successives, même si la vitesse moyenne en est un des objectifs, il ne s'agit encore que de vol de jour, ou tout au plus de vol mixte où l'équipage utilise au mieux les conditions de l'atmosphère et la nature du sol, pour allonger certaines étapes, et voler de nuit chaque fois que sa résistance physique le lui permet.

Digitized by Google

Nous ne pouvons songer à rappeler encore ici un certain nombre de beaux raids à l'actif des aviations étrangères, en particulier le circuit du général de Pinedo, les vols américains de San-Francisco aux îles Hawaï, et le vol Amsterdam-Batavia du lieutenant hollandais Koppen. Mais les considérations qui précèdent aideront à comprendre la portée des principaux raids français que nous allons maintenant rappeler brièvement.

***

Parmi les récentes performances françaises sur longue distance, nous en retiendrons quatre qui sont particulièrement significatives :

1° CIRCUIT MÉDITERRANÉEN DE PELLETIER DOISY. — Accompagné du lieutenant Gonin et du mécanicien Vigroux, sur l'avion Amiot 120, moteur Lorraine 650 CV, Pelletier-Doisy accomplit du 13 au 19 septembre le circuit suivant : Villacoublay-Vienne-Bucarest-Rayack (Syrie)-Le Caire-Bengazi (Tripolitaine)-Tunis-Casablanca-Le Bourget, c'est-à-dire le tour complet de la Méditerranée en sept journées, huit étapes, et quatre-vingt-cinq heures de vol. Le parcours est de 11 000 kilomètres environ ; les vitesses moyennes ressortent à 1 600 kilomètres par journée et 130 kilomètres-heure.

2° PARIS-SAIGON PAR LE CAPITAINE CHALLE. — Accompagné du mécanicien Rapin, et pilotant l'appareil de raid Potez 25, moteur Lorraine 450 CV, Challe joint Paris à Saïgon, soit 12 000 kilomètres, en dix étapes et en dix jours, entre le 11 et le 20 octobre, par Rome-Athènes-Alep-Bassorah-Bender-Abbas-Karachi-Allahabad-Calcutta et Bangkok.

Cette performance, merveilleuse de régularité, pour des étapes journalières comprises entre 750 et 1 850 kilomètres, constituait un temps record sur cette distance. Pour en apprécier la portée, il faut se rappeler que, trois années auparavant, Pelletier Doisy avait accompli le même parcours en dix-huit jours, ce qui fut considéré comme un exploit exceptionnel à cette époque.

3° CIRCUIT AFRICAIN DE CORNILLON ET GÉRARDOT. — Ces deux officiers spécialistes ont perfectionné et mis au point depuis deux ans, avec une inlassable ténacité, les procédés de navigation radiogoniométrique, et accompli une série de raids de démonstration, méthodiquement préparés, qui en constituent la mise en œuvre pratique, sur avions de diverses marques.

Rappelons que le principe de la radio-goniométrie est le suivant : l'avion possède un poste de réception à cadre *mobile* ; il peut alors repérer sa position par rapport à celle des postes émetteurs fixes au sol. C'est donc en somme l'avion qui fait son point lui-même par T. S. F. sans avoir besoin de se le faire envoyer de terre, ce qui exige des émissions et des réceptions toujours délicates.

La dernière performance de Cornillon et Gérardot, réalisée sur avion Amiot S. E. C. M. 120, moteur Lorraine 650 CV. avec le capitaine Rey et le mécanicien Vigroux, est la suivante :

3 Avril. Départ du Bourget à 2 h. 40 (*vol de nuit*). Arrivée à Colomb-Béchar (2 000 kilomètres) à 14 h. 20. Ravitaillement. Départ à 18 heures.

Traversée du Sahara *de nuit*, en utilisant les émissions des postes de Colomb-Béchar, Bamako, Casablanca et Tunis.

4 Avril. Arrivée à Tombouctou à 5 heures du matin (1 700 kilomètres). Départ à 8 h. 30. Arrivée à Bamako (700 kilomètres) à 12 h. 30.

L'équipage prend alors une courte nuit de repos. Il est à noter que dès le départ, l'appareil d'émission s'était déréglé de sorte que l'avion était dans l'impossibilité d'alerter les postes du sol, et devais se borner strictement à la réception radiogoniométrique.

5 Avril. Départ de Bamako à 3 h. 10. Arrivée à Dakar (1 000 kilomètres) à 11 heures.

6 Avril. Départ à minuit (*vol de nuit*). Arrivée à Port-Etienne (800 kilomètres) à 7 heures. Ravitaillement. Départ à 8 heures. Arrivée à Casablanca (1 700 kilomètres), à 20 h. 14.

7 Avril. Départ à 1 h. 50. Arrivée à Paris (1 900 kilomètres) à 14 h. 30.

Ce raid de 10 000 kilomètres environ, accompli de jour et de nuit en cinq jours, exactement cent huit heures d'absence, bat tous les records de vitesse sur ce parcours. Le voyage a été accompli en soixante-sept heures de vol effectif, c'est-à-dire à la moyenne de 150 kilomètres-heure.

Il ne peut plus être question de comparer ici l'avion aux autres moyens de transport : chemin de fer, bateau, auto-chenille, etc. L'avantage n'est plus seulement formidable, il devient foudroyant. Sans doute y a-t-il lieu de tenir compte de la résistance physique dont fit preuve l'équipage. Mais qu'on imagine un haut fonctionnaire envoyé en mission urgente, et mis dans la possibilité de voir les autorités, et de donner des ordres verbaux précis, en quatre points vitaux, tels que Alger, Tombouctou, Dakar et Casablanca, *ceci en moins d'une semaine* ! Tout commentaire est alors superflu.

4° TOUR DU MONDE DE COSTES ET LE BRIX. — Nous arrivons à la performance la plus récente en date, et qui s'inscrit au palmarès des plus grands

Digitized by Google

exploits que l'avion ait permis de réaliser. Il est à l'actif du Bréguet type 19, aménagement de grand raid, moteur Hispano-Suiza 550 CV, ayant déjà effectué précédemment quatre raids sans escale, dont deux constituant records du monde de distance (Paris-Omsk et Paris-Djask).

Sans entrer dans les détails de ce voyage, qui furent donnés par la grande presse rappelons qu'il comporte trois parties bien distinctes :

a. Du 10 au 20 octobre, Costes et Le Brix volent de Paris à Buenos-Ayres, en six étapes, franchissant 12 500 kilomètres en soixante-treize heures de vol, et *traversant pour la première fois l'Atlantique Sud de continent à continent sans escale*, entre Saint-Louis et Natal, sur 3 400 kilomètres de distance.

Depuis 1922, cinq vols d'Europe ou d'Afrique vers le Brésil furent en effet réussis par Coutinho et Cabral (Portugal), Franco (Espagne), Barros (Brésil), de Pinedo (Italie), Sarmiento de Beires (Portugal), mais toujours en utilisant, soit le départ des îles du Cap-Vert, soit les escales intermédiaires de Saint-Paul ou Fernando de Noronha. Une sixième, celle de Saint-Roman et Mouneyres, aboutit au désastre que l'on sait.

b. Du 12 novembre au 7 mars 1928, l'équipage vole de Buenos-Ayres à San-Francisco par New-York, effectuant de nombreux crochets, sillonnant les territoires des trois Amériques, dont il visite les diverses capitales. Vol de vingt-sept étapes, au cours duquel vingt villes importantes furent visitées, et dont on peut évaluer le total à 30 000 kilomètres environ.

Au cours de ce vol, toutes les difficultés furent rencontrées : mauvais temps, rafales, traversée de chaînes de montagnes à haute altitude, atterrissage et décollage sur des terrains situés à 4 000 mètres de hauteur (Bolivie et Pérou) sans interrompre la bonne marche de cette magnifique randonnée de propagande pour les ailes françaises.

c. Enfin, après avoir utilisé sagement le paquebot pour la traversée du Pacifique, Costes et Le Brix reviennent de *Tokio à Paris en sept journées*, du 8 au 14 avril, passant par les seules étapes de Hanoï, Calcutta, Karachi, Bassorah, Alep, Athènes et Marseille. Ce voyage de 15 000 kilomètres a été, pour la première fois, accompli à raison de plus de 2 000 kilomètres par jour.

Il convient de dire que des temps analogues avaient été réalisés par Pelletier-Doisy et le Danois Botved, mais sur l'itinéraire russo-sibérien, beaucoup plus court. Par la route des Indes, la performance du *Nungesser-Coli* constitue bien un record du monde, record presque inattendu, et qui termine en apothéose un magnifique voyage.

***

Les conséquences de tout cela : c'est, d'une part, la mise en exploitation récente de la ligne postale France-Amérique du Sud, pour l'instant ligne mixte, aéro-maritime, dont le service est assuré par *avions*, *hydravions*, et *avisos*, mais qui prépare, pour l'avenir, son autonomie aérienne. C'est l'annonce récente d'un projet d'organisation d'une ligne France-Indochine, dont il est superflu de souligner l'intérêt. On peut dire qu'après la période de colonisation, la compétition est actuellement ouverte entre les grandes nations pour le réseau aérien *international*, qui sera dans un proche avenir un des facteurs essentiels du progrès économique.

Nous aurions voulu encore dire quelques mots d'un aspect fort différent du problème : c'est *l'aviation de tourisme*, qui se développe de plus en plus, et donne lieu aussi à des raids retentissants. N'avons-nous pas vu récemment le pilote Hinckler se rendre de *Londres en Australie en seize jours, sur un avion de 80 CV de puissance* et deux aviatrices anglaises, lady Heath et lady Bailey, traverser le continent africain sur avion léger, comme une femme du monde pilotant « sa conduite intérieure »?

Ici encore, il y aurait à faire d'intéressantes comparaisons chiffrées. Mais nous laissons ce soin à nos lecteurs, qui savent désormais que pour saisir la vraie portée d'un voyage aérien quelconque, il faut envisager successivement :

La géographie des pays traversés et leurs ressources en moyens de transport.

La régularité du voyage (nature et nombre des étapes).

La vitesse (vitesses moyennes par heure, par journée, etc.).

Le fret (nombre de passagers, tonnage de marchandises).

Le prix (dépenses d'organisation, amortissement, frais de route).

L'aéronautique est actuellement aussi loin de l'utopie que du domaine de l'application tout à fait généralisée. Elle se développe lentement, mais à coup sûr, elle est comme on l'a dit « en pleine crise de croissance », et ses progrès demandent encore, avant toute chose, de gros efforts financiers.

Nier l'avion n'est plus aujourd'hui possible ; mais surtout, il faut que le public comprenne la nécessité des expériences de grande envergure, et ne dise plus, en lisant le récit d'un grand raid : « A quoi cela sert-il? » Nous pensons avoir contribué dans une mesure modeste, à l'éclairer sur ce point.

Digitized by Google

Informations scientifiques

Un métal qui provoque la calvitie. — C'est le thallium d'après une communication faite à la Section de Dermatologie de la *Royal Society of Medicine*, par M. W.-E. Dixon. L'action de ce métal est curieuse. Sur l'animal normal — et sans doute sur l'homme aussi — il provoque la chute du poil, et une alopécie générale. Par contre, si l'on rase une partie de la peau d'un animal, le thallium provoque chez celle-ci une croissance rapide du poil. Le thallium paraît avoir l'humeur contrariante. Il semble agir sur la croissance normale du poil en empêchant le processus normal de transition des grandes cellules épithéliales polygonales du bulbe pileux aux écailles cornées du poil. Frotté avec de l'huile ou de l'alcool sur la peau, le thallium y pénètre aisément, mais n'agit qu'après absorption ; il n'y a pas d'action locale. Pas d'action appréciable non plus sur les vaisseaux cutanés et, bien que le métal puisse être retrouvé dans les tissus, il ne se laisse pas découvrir dans la peau. Son action n'est donc pas locale comme celle de l'arsenic. Un effet remarquable est celui qu'exerce le thallium sur tout le sytème nerveux autonome. Celui-ci devient plus sensible : l'excitation électrique des nerfs provoque donc une réponse exagérée. Ceci est marqué principalement du côté de la partie sympathique du système autonome. C'est par là que le thallium agirait sur l'alopécie ou le développement exagéré du poil. L'alopécie ordinaire serait aussi due à quelque fonctionnement anormal du système autonome. En raison de l'action du thallium sur la surrénale qui est si étroitement liée au système sympathique, peut-être, dit M. Dixon, la thérapeutique surrénale pourrait-elle rendre des services dans les cas d'alopécie.

Les pauses de repos dans le travail industriel fatigant. — Le travailleur manuel a certainement besoin de périodes de repos au cours de son labeur. Et il en prend. Nous ne parlons pas de celui que prend le « travailleur conscient, intégral et organisé » dont la doctrine est de donner le moins de travail possible pour le plus fort salaire pouvant être obtenu, mais, par exemple, du petit patron-ouvrier, qui travaille pour lui-même, et a tout intérêt à en faire le plus qu'il peut. Mais il y a des limites nécessairement à son zèle ; il sent lui-même la nécessité d'arrêt pour souffler, pour récupérer. Cette question du temps de repos qui intéresse les ouvriers intéresse les patrons aussi, et de divers côtés, en tous pays, ces derniers se sont préoccupés du problème à l'effet, en partie, de codifier en quelque sorte les temps d'arrêt au mieux des intérêts des deux parties, employeurs et employés. Des études fort intéressantes ont été faites à ce sujet en Angleterre par l'*Industrial Fatigue Researche Board*, et un rapport a été publié récemment sur le repos dans les gros labeurs : labourage, entretien de routes, débarquement de marchandises, extraction de charbon, etc.

Le laboureur se repose à la fin de chaque sillon, et donne au repos quinze minutes par heure. En hersant ou passant le rouleau, il se contente de huit minutes. En beaucoup d'occupations la durée du repos est sensiblement la même: onze minutes par heure. Il est curieux de noter que les mineurs n'aiment point les repos obligatoires imposés : ils les trouvent trop longs. Les repos d'une minute environ sont ceux qu'ils préfèrent. Un des points les plus saillants de l'enquête est, en fait, que les repos involontaires, sur ordre, sont les moins profitables. Autrement dit, il est préférable que l'organisme donne les indications : celles des théoriciens manquent d'à-propos.

Atmosphères gazeuses et végétation. — Il est connu que certaines vapeurs, d'éther et de chloroforme par exemple exercent une action stimulante sur les plantes. Des expériences récentes, en Amérique, montrent que l'éthylène et le propylène sont dans le même cas. Ainsi certaines variétés de pomme de terre germent plus vite après un bain dans une atmosphère contenant un millième de ces substances. La végétation du glaïeul est pareillement accélérée. Des boutures de pommier, cerisier, groseiller, etc., dans la même atmosphère, sortent de leur torpeur. De même divers bulbes, et les graines aussi, entrent plus vite en activité. Ce n'est pas tout. Sous l'influence de ces atmosphères artificielles la maturation des fruits est accélérée, et le phénomène a été constaté sur les bananes, les tomates, les dattes, et d'autre encore. Même ces fruits en sont améliorés : l'ananas devient plus riche en principes digestifs, et le kaki perd son astringence. Il est possible d'accélérer le moment de la maturation, et des fruits traités qui n'ont encore atteint que les trois quarts de leur développement peuvent être mûris en un jour ou deux, ce qui peut avoir son intérêt pour les primeurs, ou encore pour les fruits risquant d'être gelés et perdus. La propylène serait plus actif que l'éthylène. Tout cela a de l'intérêt, et il y a lieu de répéter les expériences pour voir jusqu'à quel point les résultats sont exacts, et jusqu'à quel point satisfaisants au point de vue de la qualité des fruits forcés.

L'air des rues de Paris. — Les hygiénistes et le grand public aussi dénoncent l'insalubrité de l'air de Paris, qui sent mauvais et qui, disent-ils, doit être plus ou moins chargé de vapeurs toxiques venant des moteurs des automobiles.

Est-ce exact, s'est demandé M. D. Florentin, qui a procédé à une enquête à laquelle il était préparé par le fait qu'au cours de plusieurs expertises relatives à la recherche des gaz de fumée dans l'air de salles et d'appartements parisiens : il avait réussi à y constater, à certaines heures, la présence systématique de quantités importantes d'anhydride carbonique et souvent d'oxyde de carbone.

Ces observations, qui ont d'ailleurs toujours été faites dans le centre de Paris, l'ont déterminé à entreprendre une étude sur la composition de l'air des rues de Paris, quant à sa teneur en CO^2 et en CO. Et il juge utile de faire connaître, au point de vue documentaire, les résultats de ses principales observations, qui portent sur une période d'environ deux années.

Le dosage de l'anhydride carbonique a été effectué par la méthode à la baryte ; celui de l'oxyde de carbone, par le procédé Florentin et Vandenberghe.

Les analyses ont été faites en divers points, à des heures variables, en notant l'importance de la circulation, la vitesse du vent et la nature du temps. Un tableau

Digitized by Google

détaillé présente les résultats obtenus, très variable bien entendu, sllon le lieu, l'heure,lasaison. Et l'auteurs fait très bien en analysant ce tableau pour en dédager des idées précises. Quelles sont-elles? Il va nous le dire lui-même.

Les analyses ont porté non seulement sur l'air des rues de Paris, mais encore sur celui- de certaines localités de la banlieue ; l'auteur s'est attaché en outre à rechercher quelle était la hauteur de la couche polluée en effectuant des prélèvements simultanés à différents niveaux.

L'examen des résultats consignés dans le tableau permet de tirer les conclucions suivantes :

« 1° L'air des artères du centre de Paris contient, pendant la journée, une quantité importante d'anhybride carbonique et une petite quantité d'oxyde de carbone ; ces quantités varient d'ailleurs dans des limites assez étendues, car elles sont fonctions des conditions atmosphériques, en particulier de la vitesse du vent, ainsi que de la densité de la circulation des véhicules à traction mécanique, la principale cause de la pollution résidant dans l'apport considérable d'anhybride carbonique et d'oxyde de carbone contenus dans les gaz d'échappement des moteurs d'automobile (Kohn-Abrest).

« 2° La pollution de l'air des rues diminue assez rapfdement en formation de la hauteur ; ainsi, même dans les rue à circulation intense, on ne trouve que des quantités d'oxyde de carbone inférieures à $\frac{1}{100\,000}$ au-dessus du niveau du troisième étage.

« 3° L'air des quartiers périphériques ainsi que celui de la baalieue est nettement moins pollué que celui du centre de la ville, ce qui s'explique aisément par la faible densité de la circulation des voitures automobiles en ces points.

« L'expert devra retenir de ces faits qu'il est indispensable, pour tirer une conclusion valable de l'analyse de l'air d'un appartement du centre de Paris, de prélever, en même temps que l'air incriminé, un échantillon de l'air de la rue au niveau même de l'appartement en question.

« On peut également se demander si le séjour habituel dans les rez-de-chaussée et les premiers étages des rues à forte circulation du centre de Paris, dont l'air est perpétuellement chargé dans la journée de petites quantités d'oxyde de carbone et de produitsréducteurs divers (hydrocarbures contenus dans les gaz d'échappement, produits aldéhydiques, etc.), n'est pas sans présenter quelque inconvénient pour la santé des personnes déjà débilitées.

« Quoi qu'il en soit, il importe que, dans le centre de Paris, l'air destiné au chauffage par air chaud (pulsion mécanique ou tirage naturel) soit toujours prélevé à une certaine hauteur au-dessus du sol, et qu'on s'assure, au besoin par une analyse préalable, de sa pureté tant au point de vue chimique qu'au point de vue de sa teneur en poussière. »

Le dernier paragraphe a son importance. Il est évident que dans le centre de Paris (autour de l'Opéra) l'air qu'on fait chauffer pour le distribuer dans les appartements est un air impur. Au point de vue de l'hygiène, le radiateur à eau ou à vapeur est très préférable. Et il est très préférable de ne pas vivre et de ne pas trop séjourner dans le centre. On s'en doutait,et l'opinion publique était dans le vrai.

DATE 1926	HEURE	LIEU D'OBSERVATION	EN LITRES PAR M³		NATURE de la circulation	VITESSE du vent (m : s.).	TEMPS
			CO^2.	CO.			
	h. m.						
6 janvier	10	Rue Richelieu, 87	0,52	0,012	moyenne	»	brumeux
6 —	10.15	— des Petits-Champs, 47	0,54	0,011	—	»	—
11 —	17	— de Douai..	0,62	0,023	peu intense	1,0	clair, frais
11 —	17.20	— Drouot, 13	0,48	0,017	—	0,50	—
21 —	16.30	— des Petits-Champs, 78	0,59	0,044	intense	sens. nulle	neigeux
5 février	18.10	— Notre-Dame-des-Vict., 9	0,56	0,023	peu intense	0,50	clair, doux
3 mars	11	— Cambon, 39	0,45	0,012	intense	1,50	couvert
3 —	11.15	— des Jeûneurs	0,41	<0,01 (1)	tr. peu intense	0,65	—
30 —	17.30	— Taitbout, 59	0,52	0,03	moyenne	0,50	brumeux
31 —	17	— Bonaparte, 18	0,54	0,032	intense	0,40	beau, doux
22 avril	17.30	— Saint-Honoré, 253	0,54	0,032	moyenne	0,70	giboulées
20 mai	17	— Mogador,	0,50	0,045	très intense	1,00	chaud
20 —	17.15	— de Provence, 84	0,45	0,039	intense	0,20	—
31 juillet	17	— Louis-le-Grand, 20	0,49	0,034	peu intense	0,70	beau
5 août	16	— Grange-Batelière, 11	0,35	<0,01	—	0,40	brumeux
5 —	11.20	Place de l'Opéra, 3	0,52	0,034	moyenne	0,35	—
29 novembre	15.45	Eglise de Belleville	0,43	<0,01	restreinte	1,80	couvert
1er décembre	9.15	Place d'Italie	0,45	<0,01	—	1,50	brumeux
3 —	13.50	Billancourt, pl. Jules-Guesde	0,40	<0,01	—	1,80	couvert
4 —	15.30	Laboratre de Villejuif (alt.: 120)	0,34	<0,01	nulle	3,00	brumeux
1927							
13 avril	16	Rue Mogador	0,47	0,031	assez intense	1,50	nuageux
13 —	16	— (2e étage)	0,43	0,01	—	—	—
13 —	16	— (3e étage)	0,43	<0,01	—	—	—
24 mai	16.30	Rue de Charenton, 30	0,40	<0,01	restreinte	1,20	clair
9 novembre	10.15	Rue de Provence 53	0,56	0,012	moyenne	1,00	brumeux
9 —	10.15	— (1er étage)	0,52	<0,010	—	—	—
9 —	10.15	— (2e étage)	0,45	<0,01	—	—	—

(1) Ce chiffre correspond à la limite de sensibilité de la méthode.

Digitized by Google

Comment se nourrit le chameau

Mérite-t-il sa réputation de sobriété ? (II)

PAR

Le Commandant CAUVET

IV. — Le chameau et la boisson.

Le chameau n'a pas besoin de boire tous les jours ; suivant la température et son genre d'alimentation il peut, quand il est au pâturage, rester des semaines, même des mois, sans éprouver le besoin de boire.

Dans son *Traité de Physiologie comparée des animaux*, Colin fait remarquer que bon nombre d'autres animaux, carnassiers ou herbivores, qui vivent de substances suffisamment imprégnées d'eau peuvent rester fort longtemps sans boire. Les fourrages verts contenant en moyenne les quatre cinquièmes de leur poids d'eau, on conçoit que le chameau qui souvent consomme des aliments encore plus gorgés de sucs, comme les Salsolacées, par exemple, puisse se passer longtemps de boire pendant la saison où ces aliments sont verts, tandis que lorsqu'il se nourrit d'aliments secs, il lui faut de grosses quantités de liquides pour les humecter. On a calculé qu'il fallait à un cheval qui mange une quantité de 4 kilogrammes de foin, environ 16 kilogrammes d'eau sous forme de salive pour l'humecter. La proportion doit être au moins aussi forte pour le chameau et celui-ci a souvent à consommer des aliments encore plus secs que le fourrage. On doit, en outre, remarquer qu'il faut plus de temps pour la rumination des fourrages secs que des végétaux verts, environ un tiers en plus. On a calculé que, dans le premier cas, l'animal pour ruminer une pelote ramenée à sa bouche, devait donner 45 à 55 coups de mâchoire alors que dans le second, 30 à 35 suffisaient, ce qui présente une certaine importance.

Chameau buvant dans la corbeille de Neet.

En ce qui concerne la faculté que possède le chameau de pouvoir rester plusieurs jours sans boire, on l'a attribuée, comme nous l'avons vu plus haut, à la rareté de la transpiration, à l'abondance de la salive fournie par les glandes volumineuses qu'il possède et à la sécrétion qu'on suppose s'effectuer dans sa panse. Il paraît vraisemblable que cette faculté spéciale du chameau est en relation étroite avec la conformation de son estomac et notamment des cellules aquifères qui lui sont propres. L'animal tient en réserve l'eau nécessaire pour ruminer pendant plusieurs jours.

Lorsqu'on le fait boire avant qu'il n'ait utilisé toute cette réserve d'eau, il l'évacue promptement pour faire place au liquide nouveau. C'est un spectacle assez curieux de voir un chameau à l'abreuvoir, urinant abondamment au fur et à mesure qu'il absorbe de l'eau. Il serait intéressant d'analyser l'urine qu'il émet à ce moment et de la comparer à celle qu'il émet normalement, tous les matins en se levant par exemple, afin de connaître leur teneur respective en sels. On pourrait peut-être ainsi reconnaître si ces évacuations rapides effectuées au moment où il boit proviennent bien du remplacement, quasi instantané, de l'eau du réservoir stomacal ou si elles ont longuement servi à l'élimination des déchets de la nutrition comme chez les autres animaux. On pourrait ainsi mieux connaître ses véritables besoins en eau et les satisfaire plus rationnellement.

Il se produit, pour l'abreuvage des chameaux, un fait en apparence paradoxal et que ne se sont pas toujours expliqué certains auteurs qui ont écrit sur la question. Pendant la saison froide, disent-ils, le chameau a besoin de boire souvent et par contre plus la température s'élève et moins il boit. C'est effectivement ce que disent aussi les indigènes quand on leur demande des renseignements à ce sujet. Pour interpréter convenablement ce fait, il suffit de se rappeler qu'en automne et en hiver le chameau ne trouve que des plantes tout à fait desséchées, que les pluies d'hiver ne peuvent revivifier, la saison étant trop froide. Ce n'est qu'à l'apparition des premières chaleurs du printemps qu'elles repoussent et se gorgent de sucs qui dispensent les chameaux d'aller à l'abreuvoir pendant des mois entiers. Cet état de la végétation se prolonge parfois

Digitized by Google

assez avant dans l'été suivant les pluies locales tombées pendant l'année, mais les hautes températures finissent par en avoir raison avant l'automne.

C'est donc une erreur fâcheuse de croire que l'abreuvage du chameau est uniquement subordonné aux saisons ; il l'est principalement à l'état de la végétation et à la qualité plus ou moins aqueuse de la nourriture consommée par lui.

Le chameau boit par pompement, c'est-à-dire en buvant les lèvres entièrement plongées dans le liquide.

On doit avoir soin en tout temps de laisser aux chameaux le temps de boire à leur guise et sans se presser ni se bousculer, de les mener à l'abreuvoir aux heures chaudes de la journée ou de nuit, mais non au lever du soleil et de leur donner autant que possible de l'eau qui ne soit pas trop froide. L'eau doit être aussi pure que possible et non agitée. On doit éviter de l'abreuver dans des endroits en pentes et glissants, ou dans des points d'eau marécageux et formant bourbiers où il peut s'abîmer les membres en glissant et où la corne de ses pieds, peu habituée à l'humidité, peut en se détrempant et en s'amollissant se crevasser et s'user, s'il va ensuite sur des cailloux.

Chameaux s'abreuvant à un redir du Sahara.

Le chameau assoiffé fait entendre au repos un mugissement plaintif et prolongé assez reconnaissable. Quand il est en liberté, il se rend de lui-même au puits le plus voisin.

En route, il est dangereux, quand les chameaux sont altérés, de les laisser boire à satiété. Tout le monde s'accorde sur ce point, et d'ailleurs, c'est souvent ce que fait le chameau lui-même quand il le peut, quand il n'est pas trop pressé par la soif et par la présence d'autres chameaux à satisfaire. On le voit s'interrompre après avoir bu, traîner un peu autour du puits et revenir.

« Le chameau altéré, écrit le Père Ant. Jaussen, ne saurait étancher sa soif en une seule fois; après avoir avalé quelques litres (c'est le nahil), il s'arrête et se repose avant de retourner à l'eau (c'est le illeh). En cas de razzia, on ne le laisse boire qu'une fois ».

« Après une longue marche sans eau, il sera bon d'abreuver les chameaux deux jours de suite, si on le peut. Le deuxième jour, ils boivent autant qu'après le premier » (Capitaine Massoutier).

Le général Laperrine a fait remarquer à ce propos que, sur une route où les puits sont espacés de quatre étapes, on se trouve très embarrassé en été pour régler les séjours d'une colonne ou d'un convoi. Pour que les chameaux puissent franchir sans encombre les quatre étapes qui les séparent du puits suivant, il faut qu'ils fassent leur plein d'eau. Or, l'expérience prouve que s'il ne s'est pas écoulé au moins trois jours entiers entre deux abreuvages consécutifs, les animaux ne font pas leur plein d'eau. En hiver, on peut espacer les abreuvoirs de six ou sept jours, mais en été, on est obligé de ne pas faire de séjours ou de les faire de trois jours pleins. C'est à propos de la route de Taoudeni au Bas Touat qu'il a été amené à faire cette observation.

Les animaux gras peuvent boire impunément de grandes quantités d'eau. Il n'en est pas de même de ceux qui sont maigres, sur lesquels l'eau produit un véritable affaiblissement.

Le chameau ne déteste pas l'eau légèrement saumâtre et chargée de chlorure de sodium et de magnésie. Au Soudan, où les pâturages de Salsolacées et d'autres plantes salées sont assez rares, on mène les chameaux faire des cures auprès des sources saumâtres, mais ce n'est plus seulement comme boisson, mais comme absorption de sel, question que je traiterai à part. Je me contenterai de dire ici que, d'après les constatations du lieutenant Jean, les chameaux peuvent tolérer jusqu'à 9 grammes de sel par litre d'eau, ce qui est énorme.

Le puisage de l'eau pour les troupeaux est une des grandes occupations de la vie nomade dans certaines régions ; car souvent, les puits du désert sont très profonds ; ceux de 50, 60 mètres et plus ne sont pas rares. Dans les puits peu profonds, on tire à bras d'hommes ; dès qu'ils dépassent 20 mètres, on se sert généralement de poulies, souvent même du système d'outre à déversement automatique, tirée par un chameau sur un plan incliné qu'on trouve chez toutes les populations du désert. L'eau est transportée au fur et à mesure à quelques mètres de là dans de petits abreuvoirs grossièrement maçonnés à ras du sol ou façonnés en argile ou en plâtre du pays.

Dans les puits importants, elle est parfois canalisée vers des bassins plus vastes et tirée à l'avance en grande abondance. Chaque région a son mode particulier de puisage et ses coutumes spéciales pour empêcher dans la mesure du possible les rixes entre bergers, dans les puits où boivent plusieurs troupeaux.

En Arabie, de grandes citernes ou réservoirs, parfois très anciens, permettent d'abreuver un grand nombre de chameaux à la fois. Chez les Tebous, à l'ouest de l'Aïr, chaque chef de case a un abreu-

Digitized by Google

voir particulier formé d'un bassin de 4 à 5 mètres carrés de surface, en argile corroyée, limité par un rebord d'argile. Les abreuvoirs, que l'on remplit à loisir avant l'arrivée des animaux, sont séparés les uns des autres par des haies d'épines.

Les Touareg, au contraire, en vrais nomades, se servent d'abreuvoirs portatifs en cuir. Ce sont des auges en peau, maintenues dans leur partie supérieure par un cerceau et qu'ils appellent « tafaraout » (pl. tiferouin). Un système analogue est souvent employé pour les convois ou colonnes européennes ; le sol est légèrement creusé et recouvert d'une bâche imperméable, d'un sac d'administration, d'une toile de tente formant ainsi un bassin où les chameaux peuvent boire. Parfois, on emporte des auges portatives en tôle.

Dans les pays où la pluie remplit en certaines saisons les cavités naturelles du sol [redirs, gueltas (Alg.), aguelmane (tou)], on peut éviter pendant quelque temps le travail pénible du puisage, mais ces points d'eau sont vite corrompus, comme je l'ai dit, si on ne prend pas de précautions pour empêcher les troupeaux de les souiller par leurs déjections et on est souvent obligé de les abandonner pour que les animaux ne contractent pas de graves maladies.

Mehari pie entravé par les guides.

Les abords des points d'eau permanents sont souvent complètement nus et dépourvus de toute végétation par suite du passage incessant des troupeaux. Les nomades sont donc obligés de s'en éloigner fortement, ce qui les oblige parfois à de longs trajets pour aller abreuver leurs troupeaux et chercher l'eau nécessaire à leur consommation. C'est indispensable pour le bon entretien de leurs animaux. Aussi le poète anté-islamique Chanfara s'écriait-il : « Je ne suis pas de ces pasteurs, toujours dévorés de la soif, qui n'osent s'écarter des puits, font paître au soir leurs troupeaux dans des lieux sans cesse parcourus et dépouillés de verdure ; les petits de leurs chamelles font peine à voir bien que leurs mères n'aient pas de filets à leurs mamelles ».

Dans les régions véritablement désertiques où le chameau vit à l'état semi-libre, on lui laisse le soin de régler lui-même son abreuvoir. Il pâture librement et quand il a besoin de boire, il se rend de lui-même, seul ou en groupe de quelques chameaux entraînés par leur exemple mutuel, au puits où il sait que l'on a coutume de l'abreuver. Lorsque les propriétaires ou leurs bergers se rendent, à l'heure habituelle, à ce puits pour y faire la provision d'eau des tentes du campement, ils abreuvent les chameaux qui s'y trouvent et qui repartent ensuite seuls comme ils étaient venus.

C'est de cette manière que se retrouvent souvent les chameaux égarés dans une région. On sait qu'en fin de compte ils finissent par gagner les environs de l'un des puits d'eau auxquels ils ont été habitués.

En route, lorsqu'on n'est pas sûr de trouver de l'eau chaque jour ou aux étapes où il serait bon d'en avoir, il faut, avant de partir, veiller à ce que les chameaux aient été sérieusement abreuvés. Lorsqu'on rencontre un point d'eau non prévu où on peut les abreuver dans de bonnes conditions, il ne faut pas manquer de le faire, tout au moins en été.

Les points d'eau, même les mieux connus, peuvent se trouver momentanément à sec, épuisés par le passage de caravanes ou de troupeaux, asséchés momentanément par suite de sécheresse et de baisse des eaux, comblés par le sable ou par des éboulements, ce qui est grave quand les puits sont profonds, empoisonnés par des cadavres d'animaux tombés ou par des matières organiques. Il vaut mieux, sur une route peu connue et à la saison chaude, faire boire trop souvent les chameaux que de les exposer à la soif.

On peut compter qu'en toute saison le chameau, même soumis à un dur travail, peut rester trois jours sans boire ; cependant, des animaux habitués à avoir de l'eau à discrétion comme dans certaines races de l'Inde ou des bords du Nil souffriraient, dit-on, de ce délai.

Divers auteurs, dont le major Léonard, estiment que le chameau ne s'en porterait que mieux, si on le faisait boire tous les jours ; s'il est soumis à un régime sec, il semble qu'il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'il en soit ainsi ; il est toutefois à craindre, qu'ainsi habitués, ils ne puissent plus se passer d'abreuvage quotidien et perdent, par suite, dans une certaine mesure, leur précieuse sobriété.

Mais, en général, le chameau se refuse à boire quand il n'a pas réellement soif, et boit très peu. Sans chercher à l'entraîner à ne pas boire, il semble qu'il vaut mieux lui conserver sa faculté d'abstinence. D'ailleurs, un chameau qui a trop bu n'est pas propre à un travail immédiat ; il n'est plus bon, suivant l'expression de Prisse d'Avesne, qu'à arroser la route.

J'ai pu constater que les mehara que je conservais dans la cour de mon habitation à Alger, où ils avaient de l'eau toujours à leur disposition, ne buvaient pas

Digitized by Google

l'hiver, car ils recevaient une ample ration de fourrage vert et notamment d'acanthes ; pendant l'été, ils buvaient à peu près chaque jour, mais peu chaque fois.

Il est recommandé quand les chameaux sont en route et arrivent à l'étape de les laisser pâturer quelque temps avant de les faire boire.

Lorsque les chameaux ont été privés d'eau pendant quelque temps et sont véritablement altérés, en arrivant à proximité de l'eau, ils prennent leur course avec violence et aucun effort de leurs chameliers ne peut les retenir. Ils souillent l'eau des sources ou mares et se bousculent dangereusement. Il est donc bon de prendre toutes précautions en conséquence et, si une troupe doit boire, de faire tirer à l'avance l'eau qui lui est nécessaire avant qu'elle ne soit souillée. Souvent, dans le désert, des chameaux, surtout des chamelons égarés, arrivant à un puits, s'y précipitent dans l'excès de leur soif et y périssent. Cet accident arrive assez fréquemment au Sahara où l'on risque de trouver l'eau des puits abandonnés depuis quelque temps affreusement corrompue par suite de la décomposition des cadavres de ces animaux.

L'instruction ministérielle du 25 avril 1902 sur les convois de chameaux, dit qu'on doit faire boire le chameau chaque fois qu'il en trouve l'occasion. Il ne faut pas le laisser plus de cinq jours sans boire (1). Le *Camel corps training* (1913) prescrit de leur donner de 68 à 113 litres d'eau. Ils doivent boire tous les trois jours « au plus » et tous les cinq jours au moins en marche dans le désert. Cette fixation ne paraît pas assez tenir compte des aléas de tout genre que présentent les marches dans le désert. Il est vrai que le Nil est proche.

En 1853, Carbuccia prétendait que les chameaux ne devaient boire que tous les sept jours au plus, sauf quand ils consommaient du guetaf. Il évaluait leur consommation à 30 à 40 litres.

Vallon dit qu'ils boivent 40 à 50 litres. On les abreuve tous les jours ou tous les deux jours en été, tous les trois ou quatre jours en automne, rarement à l'hiver et au printemps. Massoutier dit qu'ils boivent à discrétion tous les deux ou trois jours en été ; ils peuvent travailler l'hiver, en restant neuf à dix jours sans boire.

Le *Guide de l'officier méhariste au Niger* fixe à 50-60 litres la quantité d'eau que peut consommer un chameau. Il boit tous les deux ou trois jours en été, tous les cinq à six jours en hiver, après une vingtaine ou une trentaine de jours et plus, s'il broute des pâturages très verts.

Le vétérinaire Pierre estime qu'au Sahara il boit en convoi tous les dix jours 70 à 80 litres, en hiver. Pour les Chaamba d'El Golea, le capitaine Mathieu donne le chiffre de 60 à 65 litres tous les cinq ou six jours en été, sans travailler. L'explorateur Ismaïl Ben Derba a vu, en août 1858, dans le Sud un de ses chameaux boire exactement 104 litres après être resté privé d'eau pendant plusieurs jours.

Le capitaine Cortier dit qu'ils absorbent de 60 à 80 litres tous les cinq jours en été et tous les dix ou quinze jours en hiver. Le major Léonard qui paraît avoir pris des mesures sérieuses a relevé en Égypte les chiffres suivants pour des chameaux de bât faisant des transports en hiver par un temps sec et chaud. Buvant tous les jours, ils absorbaient 18 à 22 litres ; tous les deux jours, ils buvaient de 22 à 27 litres ; tous les trois jours, 40 litres.

J'ai eu, pendant plusieurs années, attachés devant ma porte et traités comme des chevaux, des mehara auxquels on donnait seulement une dizaine de litres tous les jours, ce qui paraissait leur suffire. Il est vrai qu'ils avaient aussi quotidiennement dans leur ration 5 kilogrammes d'herbe verte et travaillaient peu. En route, ils buvaient beaucoup plus.

On voit que, d'après l'ensemble de ces chiffres, on peut fixer à 20 litres environ la moyenne de la consommation journalière d'eau faite par un chameau.

Le chameau de Bactriane paraît habitué à boire tous les jours, d'après les quelques renseignements que j'ai pu recueillir. D'après le général Grodekov, lors de l'expédition de Skobelew en 1880-1881, on leur laissait boire tous les jours, à midi, de 36 à 48 litres. Cependant, le Père Huc dit qu'il peut rester quinze à trente jours sans boire, lorsque c'est nécessaire. En Asie, il absorbe de la neige ou des morceaux de glace qu'il lèche quand il lui est indispensable de boire en hiver.

VI. — L'alimentation du chameau.

Les conditions dans lesquelles le chameau se nourrit varient fort, suivant qu'il est au repos, au pâturage, avec ou sans berger, quand il est en marche, chargé ou monté, ou quand il est en station momentanée dans les localités, habitées ou non, dépourvues de pâturages naturels. Ces différents cas sont à examiner. Normalement, le chameau qui ne travaille pas se nourrit au pâturage sans coûter à son maître autre chose qu'un gardiennage souvent assuré par des membres de la famille. D'ailleurs, dans le vrai désert, on le laisse le plus souvent livré à lui-même, se contentant, comme je viens de le dire plus haut, de lui donner à boire quand il vient au puits pour le demander. Le fait qu'il se contente des plantes grossières que ne recherchent et ne consomment pas les

(1) *Bulletin officiel du ministère de la Guerre.* Edition méthodique, n° 100, p. 93.

Digitized by Google

autres animaux domestiques lui assure, au point de vue économique, une place à part dans l'utilisation des régions désertiques et une supériorité incontestable sur les autres animaux qui ont besoin d'une tout autre nourriture. L'âne seul peut rivaliser avec lui, mais il n'endure pas la soif comme lui et si on l'abandonne à lui-même comme le font certains nomades du désert, il faut qu'il puisse trouver de l'eau à la surface du sol.

Toutefois, il ne faudrait pas croire que le propriétaire d'un chameau peut se désintéresser de toute préoccupation à son égard.

« Il ne suffit pas, en effet, de le mettre dans un endroit où il semble y avoir du pâturage. Il faut encore que ce pâturage lui convienne ; telle herbe, telle paille qui aujourd'hui est recherchée par lui le laissera dans quelques mois, dans quelques jours, parfaitement indifférent : pendant la saison froide, il lui faut des branchages ; pendant la saison chaude, il les refuse.

Dans le Grand Erg (avec vallées plates.)

« Cette nourriture choisie et variée, il la lui faut en abondance, son rumen étant un vaste sac d'une capacité de 80 litres environ qui appelle une grande quantité de matières alimentaires. Il la lui faut chaque jour et lorsqu'en route l'absence du pâturage l'oblige à passer une journée sans autre chose qu'un peu de paille emportée, il souffre, même si l'on a pris la précaution touareg de lui lier les mâchoires pour l'empêcher de ruminer.

« Il ne la prend qu'à certaines heures et dans certaines conditions ; en particulier, il ne mange jamais pendant les moments chauds de la journée. De 10 heures du matin à 16 heures du soir, toutes les fois qu'il n'est pas en marche, il se couche, rumine et se repose ; il serait donc tout à fait inutile de le mettre alors au pâturage ; heureusement, il mange volontiers la nuit surtout par les clairs de lune et quand le temps est chaud.

« Il ne la prend que lentement ; aimant à brouter d'une touffe à l'autre et à se déplacer beaucoup sur le pâturage, il lui faut cinq ou six heures pour absorber sa ration journalière.

« Nourrir le chameau est donc toute une science qui exige non seulement une connaissance parfaite de l'animal et de ses habitudes, mais aussi la connaissance des divers végétaux sahariens qui entrent dans son alimentation. Les nomades y excellent, et savent discerner à chaque époque de l'année un bon pâturage » (1).

Sur ce même sujet, Lemmens nous dit qu'en Arabie les pâturages les plus estimés seraient ceux qui sont « situés loin des eaux ». Ils ne sont fréquentés ni par les moutons, ni par les ânes, ni empestés par leurs crottins, autant de voisinages déplaisants pour les goûts aristocratiques du chameau. C'est du moins l'explication donnée par les Bédouins, et il ajoute avec raison que l'absence de mouches dans ces régions désertes doit aussi contribuer à ce que les chameaux s'y plaisent.

La question des heures de pâturage indiquée par le *Guide de l'officier méhariste* demande à être prise en sérieuse considération pour les cas où le chameau est chargé ou monté, car c'est à ces heures qu'il faut aussi le laisser se reposer et ruminer. Les indigènes ont dûment constaté que lorsqu'un chameau était livré à lui-même, même lorsqu'il s'enfuyait en marchant très vite, il se baraquait toujours avant le lever du soleil, vers le milieu du jour et le soir au coucher du soleil. C'est le moment où il se repose et rumine. Par contre, aux époques chaudes, il ne mange que la nuit ou le matin de très bonne heure et le reste du temps se met à l'ombre d'un buisson ou d'un rocher, s'il le peut.

Pâturages de *Caroxylon articulatum* Remetz, Hodna.

Au pâturage, le chameau broute en marchant. Comme les touffes des plantes sahariennes dans le Sud sont très espacées, on conçoit qu'il doit parcourir de vastes espaces pour gagner sa nourriture. Il se déplace ainsi en pâturant à raison d'un ou plusieurs kilomètres à l'heure. Un berger qui aurait à surveiller effectivement ses animaux, le troupeau étant habituellement de cent, ne pourrait y parvenir ; c'est pour cette raison, que dans le Sud, les chameaux pâturent librement.

Lorsque des chameaux et des chameliers habitués à des régions où la végétation est plus serrée arrivent dans le Sahara, ils sont tout désorientés et on conçoit dès lors les pertes qui peuvent survenir chez

(1) VENEL et BOUCHEZ, *Guide de l'officier méhariste*, p. 54.

Digitized by Google

des animaux qu'on maintient sur place dans les terrains où ils ne retrouvent d'ailleurs pas leurs plantes habituelles.

« Prenez des chameaux habitués à la nourriture du Sahara parce qu'ils crèvent comme des mouches quand on les dépayse », écrivait le général de la Roque au commandant Lamy qui préparait sa mission saharienne. Cet enseignement ne saurait être trop médité.

La végétation désertique est tout à fait spéciale : le plus souvent les plantes forment des peuplements composés d'un nombre d'espèces restreintes ; elles diffèrent suivant la nature du sol et la localité. Leur caractère général est d'être dépourvues de véritable feuillage au sens où nous l'entendons. Il est remplacé souvent par de petits articles épais et charnus se gonflant de sucs dès qu'il a plu et conservant ainsi pendant les sécheresses consécutives quelque peu de l'humidité nécessaire à la vie végétale. D'autres plantes, au contraire, ont un feuillage linéaire extrêmement fin que les vents chargés de sable ne peuvent lacérer ; d'autres ne sont composées que de bois et d'épines avec quelques feuilles rudimentaires. Enfin, certaines se recouvrent d'efflorescences salines qui absorbent les moindres traces de l'humidité atmosphérique. Toutes peuvent supporter les longues sécheresses et les grosses chaleurs du désert. Elles sèchent parfois à l'extérieur mais leur souche, munie de racines extrêmement longues, reste généralement vivace et la végétation reprend aux moindres pluies.

Végétation de l'Oued Mia : *Tamarix articulata* (Ethel).

Quand elles sont bien succulentes, le chameau, dont l'estomac exprime et conserve tout le suc végétal qu'elles contiennent, y trouve à la fois aliment et boisson et n'a pas besoin de boire comme je l'ai dit plus haut : quand elles sont à l'état sec, il en est tout autrement, surtout quand la température est élevée et que le chameau travaille. L'alimentation est dans un rapport étroit avec la boisson.

Cette végétation spéciale forme le fond de la nourriture du chameau ; c'est ce que les Arabes d'Algérie appellent le bois « hatab », parce qu'en effet l'extrémité des tiges ligneuses est absorbée par le chameau. Mais il vient s'y ajouter après les pluies toutes les petites plantes annuelles et éphémères : composées, crucifères, graminées, légumineuses, malvacées, géraniacées, resédacées, etc., qui germent subitement sous l'action combinée de la chaleur et de l'humidité dans les endroits qui paraissent en temps habituel les plus impropres à la végétation. On les trouve aussi bien dans les sables que dans les rochers. C'est l'*acheb* (Alg. Ar.) : l'*ichkan* (To) au Soudan.

Il s'y ajoute aussi la végétation des fonds d'oued, où le passage des crues, quelque rares qu'elles soient, laisse toujours un rien d'humidité qui permet à des végétaux un peu plus importants, parfois même à de véritables arbres, de se maintenir.

On classe souvent (Algérie) les pâturages en pâturages de hammada (terrain rocailleux), d'erg (sables) ou de reg (plaines argileuses), etc., peuplés de plantes différentes, mais cette distinction est un peu artificielle, et très souvent, les accidents de terrain, fréquents dans le désert, amènent un mélange de peuplements divers. On les classe aussi (Soudan) en pâturages de printemps, d'été, d'hiver et d'automne, ce qui repose sur une distinction de même nature.

En Arabie, on distingue les pâturages amers « Hamd » et doux « Holla ». Les premiers comprennent toutes les espèces à saveur saline ou amère ou même fortement aromatiques, comme les salsolacées, les armoises, etc. ils favorisent la sécrétion du lait et la production de la graisse. Le holla formé de plantes plus douces au goût, comme les graminées, rafraîchit et purge les animaux. En dehors de ces deux catégories de plantes vivaces se trouve l'*idah* qui comprend la végétation arborescente : mimosas, tamarix, jujubiers, etc., qui poussent généralement dans les lits de rivière et les bas-fonds et qui forment la réserve dans les cas d'ultime sécheresse, et le « rabia » qui est au contraire cette végétation de plantes annuelles à végétation éphémère que font surgir les pluies.

On trouve aussi chez les auteurs arabes ou les explorateurs qui ont parcouru leur pays l'expression de pâturages de « gada » qui semble s'appliquer aux plaines sablonneuses couvertes de petites dunes où poussent d'abondants arbustes comme l'arta et l'alenda. C'est ce dernier qui forme souvent de vastes peuplements, mais qui est lui-même à peu près dédaigné des chameaux, qui porterait ce nom de gada.

En fait, le pâturage est surtout subordonné aux pluies qui ont pu tomber dans le courant de l'année et aux saisons. C'est ce qui se passe à peu près partout dans le désert.

Quand on apprend dans le désert qu'il a plu en quelque endroit et que les plantes herbacées de la végétation annuelle ont commencé à pousser, tous les nomades accourent avec leurs troupeaux et

Digitized by Google

n'hésitent pas à faire des centaines de kilomètres au besoin pour les faire profiter de cette nourriture. C'est, en effet, cette végétation herbacée qui remet en état les animaux, les engraisse, remédie aux fatigues antérieures, à l'état d'affaiblissement et aux maladies contagieuses.

En outre, les nécessités de l'élevage forçent soit à gagner pendant l'hiver des régions clémentes où les chamelons seront, en naissant, à l'abri du froid, des pluies, de la neige, soit à chercher pendant la saison chaude des pâturages qui ne soient pas trop desséchés.

La végétation herbacée dure peu et se dessèche rapidement au désert et alors le chameau se nourrit de plantes ligneuses. En Algérie, ce sont généralement des Salsolacées que l'on trouve dans les plaines et les bas-fonds salés et des arbustes qui poussent dans les grandes dunes et les contrées sablonneuses. Au Soudan, en Égypte et dans l'Inde, ce sont surtout les Mimosées qui jouent ce rôle. Dans les mauvaises années, le « bois » finit aussi par se dessécher fortement et à ne plus fournir aux animaux qu'une nourriture médiocre. Plus le pâturage est desséché et la température élevée et plus le chameau a besoin de boire. Ce besoin est augmenté par le degré de salure plus élevée de bon nombre des végétaux sahariens qui contiennent des sels et dont la salure est naturellement plus concentrée dans ces conditions.

Cassia obovata (Adjerdjir), dans le Sahel Soudanais (Cl. Laperrine).

Signalons encore une habitude curieuse des Touareg. Quand ils craignent en marche d'avoir à traverser une région sans pâturage et qu'ils n'ont pu faire aucune provision, leurs caravaniers attachent le museau du chameau pour l'empêcher de ruminer. En ralentissant ainsi l'ingestion des aliments précédemment absorbés, on maintient la panse pleine de matières humides, ce qui est important pour la santé de l'animal.

Le chameau maintenu en station et qui, pour des raisons quelconques, ne peut être envoyé au pâturage, doit recevoir des rations de fourrage.

La composition et le taux de ces rations sont éminemment variables non seulement suivant les cultures du pays et la saison, mais suivant l'état de santé de l'animal, sa force et ses habitudes, ainsi que le travail auquel il est soumis. C'est un peu une question d'intuition de la part de celui qui en a la charge. On admet généralement qu'il lui faut au moins de 30 à 50 kilogrammes de nourriture au total quand il est au pâturage. Mais, en station, en substituant aux végétaux ligneux ou aqueux qu'il ingurgite des fourrages de bonne qualité, il semble qu'on peut arriver à diminuer notablement ces chiffres.

Cependant les Anglais qui, en Égypte et dans l'Inde, s'occupent depuis longtemps de cette question, leur donnent en station une ration qui approche des chiffres en question.

Le *Camel Corps training 1913* fixe la ration des chameaux à $4^{kg},530$ de doura (gros millet), ou à $3^{kg},171$ d'orge, $3^{kg},624$ de paille hachée, 28 grammes de sel et 24 à 50 kilogrammes de bersim (trèfle d'Alexandrie), ce qui fait de 31 au minimum à 58 kilogrammes au maximum.

Cette ration me paraît très largement calculée, la ration de bersim paraît même un peu exagérée, étant données les qualités nutritives de ce fourrage. Il s'agit manifestement d'une ration destinée à réparer les forces d'animaux qui font un service très actif.

D'après le major Leonard, la ration de fourrage attribuée autrefois par l'autorité anglaise aux chameaux était de 9 kilogrammes de fourrage (en supplément du pâturage, je pense) et il estimait qu'elle était insuffisante et qu'elle aurait dû être portée à 11 ou 13 kilogrammes en l'absence de distribution de grain.

Il a vu en Afghanistan donner $4^{kg},530$ d'orge suivis de 9 à 12 kilogrammes de paille hachée.

Le même auteur a vu les chameliers indiens donner à leurs animaux un mélange de 3 kilogrammes de farine d'orge et de graisse de mouton. Je suppose que les chameaux étaient gavés avec ce mélange, les chameaux n'acceptant pas volontiers les substances animales. Les Russes, d'après lui, donneraient (sans doute en supplément) $1^{kg},300$ de farine avec 15 grammes de sel.

En Arabie et dans tous les pays où se cultive le dattier on donne fréquemment des dattes aux chameaux. On les leur fait consommer parfois en régimes verts frais qu'on vient de cueillir de l'arbre avant maturité pour ne pas le fatiguer par une production exagérée ou lorsqu'elles sont de qualité inférieure Ce sont les « bela » ou « keouan ». Les mêmes, desséchées et conservées, s'appellent « achef » ou « sfouf ». Enfin, les dattes mûres, soit molles, soit sèches lorsqu'elles sont de mauvaise espèce ou détériorées, sont utilisées ou vendues pour les chameaux.

Les déchets servent à former des gâteaux qu'on leur donne. Souvent, les chameaux rejettent les noyaux, mais parfois ils les avalent. Ces noyaux

Digitized by Google

(alef) sont d'ailleurs souvent mis de côté et entrent dans la composition des préparations qui servent à gaver le chameau et dont je parlerai un peu plus loin.

A l'époque du Prophète, les gens de Médine avaient seuls dans le Hedjaz l'habitude de donner des noyaux de dattes à leurs chameaux. Les chroniqueurs musulmans racontent gravement qu'avant le combat de Bedr, Abou Sofian, chef de Koréïchites, avait pu reconnaître le passage des éclaireurs de Mahomed aux noyaux de dattes non digérés trouvés dans le crottin de leurs chameaux.

On est obligé parfois d'alimenter ou de suralimenter le chameau malgré lui, quand il ne prend pas de bon gré ou en quantité suffisante les aliments réparateurs nécessaires pour le préparer à une bonne course, pour le remettre des fatigues d'un surmenage ou d'une maladie. Dans ce cas, on le gave à la façon d'une oie à l'engrais. C'est ainsi que l'on procède lorsqu'il s'agit de lui faire avaler des noyaux de dattes, des boulettes de farine de mil mélangées de viande de bouc, comme on le fait au Soudan pour la trypanosomiase. L'opérateur empoigne solidement la lèvre supérieure de l'animal, qui, suivant son habitude, ouvre dans ce cas la bouche toute grande pour se plaindre de ce traitement. On y introduit alors à pleines poignées malgré ses protestations le mets à ingurgiter, disposé au préalable à portée de l'animal dans un récipient. Pour que tout descende bien, on a soin d'agiter sa tête en la tenant toujours par le bout du museau. Les noyaux de dattes doivent au préalable être laissés dans l'eau pour y gonfler, pendant plusieurs heures. Je pense que c'est d'une manière analogue que les Asiatiques font absorber à leurs animaux les boulettes de pâte de farine d'orge ou de fèves qu'ils leur font prendre en voyage.

Gavage d'un chameau au Souf.

Outre les aliments végétaux qu'il consomme le chameau en absorbe parfois certains d'origine animale. C'est ainsi qu'il mange les sauterelles comme tous les habitants du désert, lors des invasions de ces Acridiens. C'est surtout lorsqu'elles sont desséchées qu'il les consomme. Elles ont d'ailleurs un peu le goût des végétaux dont elles se nourrissent, de sorte que ce fait n'a rien de surprenant. Sur les Hauts-Plateaux de l'Algérie, il leur arrive souvent de croquer avec la plante qui les porte les petits escargots blancs (*Helix*) qui grimpent en grand nombre sur certains végétaux sahariens, comme l'armoise et certains chardons.

Les os de tous les animaux, même ceux de leurs congénères, lorsqu'ils sont attendris par une exposition suffisante aux intempéries et au soleil du désert, sont broyés et absorbés par les chameaux qui paraissent s'en régaler véritablement et les recherchent partout le long de leur route. Il faut environ trois ans pour que tous les os d'un chameau, même les plus gros, puissent disparaître. Ils sont, bien entendu, aidés par les chacals et les hyènes. Le cliché poétique qui dépeint les routes du désert toujours jalonnées par les carcasses d'animaux qui sont morts depuis de nombreuses années n'est donc pas tout à fait exact. Il faut pour qu'une route soit ainsi jalonnée qu'il y ait eu des catastrophes dans le cours des années précédentes.

Un élément essentiel de la nourriture du chameau est le sel, auquel nous avons déjà fait allusion à plusieurs reprises, et qui mérite une mention spéciale. Tous les nomades éleveurs de chameaux ont reconnu que le chlorure de sodium était indispensable au bon entretien de ces animaux. Il leur est encore plus nécessaire qu'aux hommes.

Généralement, c'est dans la végétation des plantes désertiques, qu'ils le trouvent. De nombreuses plantes poussent dans des terrains salés où elles absorbent des sels qui passent dans leurs parties feuillues ou plutôt charnues et exsudent même parfois à leur surface. Il suffit que les chameaux soient conduits chaque année, à la saison favorable qui est généralement la saison froide, dans des pâturages spéciaux renfermant des arbustes salés, comme le guetaf, le dhomrane, les tamarix. Il ne faut pas les y mener pendant la saison chaude, car si ces mêmes plantes sont trop desséchées, leur salure est trop forte et devient nuisible. En raison de la présence des autres sels que contiennent ces végétaux, et généralement aussi les eaux que l'on trouve dans les mêmes parages, le chameau se trouve en même temps légèrement purgé, mais il ne faut pas qu'il y ait excès.

L'habitat du chameau comprend de vastes régions où le sel n'existe pas à la surface du sol et ne se retrouve pas davantage dans les végétaux qui y croissent. Toute la zone du Soudan Africain, lavée en certaines saisons par d'abondantes pluies, est dans ce cas. On est donc obligé de distribuer du sel en nature ou de faire boire au chameau des eaux saumâtres dans les points où on peut en trouver.

Le major Leonard préconise une distribution de 84 grammes trois fois par semaine ou une ration journalière de 15 à 16 grammes.

Digitized by Google

Le *Camel Corps Training* 1913 prévoit l'allocation de 28 grammes de sel par jour ; c'est à peu près le contenu de 4 petites cuillères à dessert, et cela me paraît assez largement calculé. La ration de l'homme de troupe en France est, comme on le sait, de 20 grammes.

J'ai toujours donné à mes mehara une petite cuillère ou une pincée de sel dans leurs aliments, soit 5 à 10 grammes par jour, ce qui m'a paru suffisant.

Les meilleurs pâturages sont ceux qui, par leur disposition et la nature de leur sol, contiennent une végétation très mélangée, car le chameau aime à varier sa nourriture et les plantes qu'il affectionne le plus finissent par le dégoûter lorsqu'il n'a rien d'autre. C'est lorsqu'il mange exclusivement de certaines plantes qu'il est atteint de diarrhée, de constipation et de certaines affections particulières que les indigènes rattachent à leur consommation abusive.

Chameaux mangeant les os d'un chameau mort au Sahara (Cl. Voinot).

Squelette d'un chameau dans le reg caillouteux.

Certaines même occasionnent sa mort, tant elles sont nocives. Son instinct le guide le plus souvent et l'empêche, surtout quand il vit tranquille au pâturage, d'absorber les végétaux qui lui sont contraires.

M. Massart a observé dans le Sud Algérien que ses chameaux s'abstenaient de toucher aux plants de *Zollikoferia resedifolia* bien qu'ils en raffolent, parce que cette Composée ne pousse qu'au milieu de touffes de l'*Euphorbia Guyoniana*. Ils ne parviennent pas à surmonter l'effroi que leur cause le latex irritant de l'euphorbe. Aussi les chameliers pour faire plaisir à leurs animaux les arrachent-ils au passage pour les leur donner à la main comme friandise.

Mais quand le chameau va dans des cantons où il trouve une flore inaccoutumée ou quand il est poussé par la faim, il peut lui arriver de fâcheux accidents. Il est d'ailleurs certains végétaux qui forment parfois dans le désert de grands peuplements parfaitement inutilisables, alors qu'aux yeux d'un profane ils paraissent former un superbe pâturage.

Pour toutes ces raisons, il est indispensable, comme je l'ai déjà dit, que le soin de faire pâturer les animaux soit confié à des gens du pays connaissant parfaitement les pâturages qui le couvrent et leur végétation.

C'est l'odorat qui est en jeu, partiellement et conjointement avec la vue, le goût et le tact, dans la difficulté qu'on éprouve à faire vivre les chameaux dans un pays nouveau avec des pâturages différents de ceux auxquels ils sont habitués. Ce fait prouve qu'ils reconnaissent parfaitement les plantes à l'odeur et au toucher. Bien souvent les chameaux se laissent mourir littéralement de faim plutôt que de se décider à absorber des plantes inconnues, même bonnes pour eux.

Le fait que le chameau s'empoisonne fréquemment en broutant des plantes vénéneuses ne doit pas faire illusion sur la valeur des observations qui précèdent. Dans son pays et dans ses pâturages habituels il est très rare que le chameau s'empoisonne. Certains auteurs incriminent bien à tort sa stupidité qui, disent-ils, l'empêche de discerner les plantes vénéneuses, que l'instinct naturel à tous les animaux les empêche d'habitude d'absorber. Il y a lieu de remarquer que le chameau n'a plus son libre arbitre depuis qu'il vit à l'état domestique. Son maître lui laisse à peine le temps de manger ; pressé par le temps, il avale précipitamment, sans faire le triage nécessaire, des bouchées de nourriture qui peuvent contenir, au milieu des plantes comestibles, des tiges de végétaux vénéneux. C'est ainsi que se produisent les empoisonnements par le laurier-rose.

Lorsque son maître le force à séjourner dans une région où il ne trouve qu'une seule et unique espèce de plante qui, prise modérément et en mélange avec d'autres, serait bonne, mais qui, absorbée seule et en grande quantité, lui est nuisible, fait qui arrive fréquemment, on ne saurait non plus l'en rendre responsable.

Il est très vraisemblable que l'effet nocif de certains végétaux est combattu par l'absorption de certains autres. Si, par exemple, un animal a consommé des branches d'acacia, extrêmement tannifères, il pourra impunément absorber des plantes renfermant des alcaloïdes dangereux ; de même les sels contenus dans le sel de certaines Salsolacées

Digitized by Google

pourront servir d'antidote contre les principes nuisibles que contiennent d'autres herbes. Cet antagonisme des propriétés des divers végétaux qui servent de nourriture aux chameaux mériterait d'être étudié par des savants compétents. Qu'elle se produise chimiquement ou mécaniquement, cette neutralisation existe sûrement. Seule, elle permet d'expliquer certains cas d'empoisonnements signalés et qui restent incompréhensibles. Elle permet aussi de comprendre cette habitude qu'a le chameau de varier, autant que possible, sa nourriture en mangeant quelques bouchées d'une plante, puis en l'abandonnant pour passer à une autre ; la prédilection qu'il montre en certaines saisons pour certains végétaux qu'il dédaigne à d'autres moments. Elle nous montre aussi du même coup la perfection du goût du chameau et de l'instinct qui le pousse dans le choix de sa nourriture. Le docteur Yvo Doandri nous signale, par exemple, qu'en Érythrée, les indigènes évitent de donner du doura (millet) à leurs animaux lorsque ceux-ci vont dans certains pâturages où ils peuvent rencontrer des plantes vénéneuses parce qu'ils courraient beaucoup plus de risques d'être empoisonnés. Il serait intéressant de rechercher la cause précise des faits de ce genre.

Quoi qu'il en soit, on voit qu'on ne saurait sans injustice accuser le chameau de « stupidité » comme le fait le major Leonard, alors que le malheureux animal ne jouit pas de son libre arbitre pour le choix de son pâturage.

Quand un chameau est en route dans un pays inconnu et où il ne mange pas à sa faim, il peut être aussi trompé par la similitude de certains végétaux dangereux avec ceux qu'il consomme impunément. C'est ainsi qu'il absorbe du *Bou nefa* (thapsia) dans le Tell, trompé par sa similitude avec d'autres ombellifères sahariennes, du *Tafés* à cause de sa ressemblance avec d'autres composées voisines qui sont un excellent fourrage.

Il faut noter d'ailleurs à ce sujet un fait bizarre, mais appuyé par des témoignages sérieux ; certaines plantes bonnes dans une région sont toxiques dans d'autres. C'est le cas pour le *Docmia cordata*, et pour le *Calotropis procera*, redoutables pour les animaux du Nord et qui sont consommés par les chameaux du Soudan. En Algérie, le *Deverra scoparia* est inoffensif, alors que dans les montagnes des Touareg, il donne de violentes ophtalmies aux chameaux qui le broutent.

Des chameaux, privés pendant de longues journées de nourriture, comme cela arrive dans nos convois militaires, peuvent vaincre leurs répugnances pour cette végétation inconnue d'eux et absorbent alors indifféremment tout ce qui se présente. Lors de la première absorption, le chameau n'a souvent même pas eu le temps de sentir, de toucher, de goûter la plante vénéneuse, qui, introduite dans son estomac, pour être beaucoup plus tard ruminée à loisir, a le temps de produire tout son effet.

La grosse difficulté pour l'alimentation des chameaux des convois dans les expéditions militaires consiste dans ce fait que le chameau n'aime pas manger les plantes qu'il ne connaît pas et qui ne se trouvent pas dans ses pâturages habituels. Je l'ai déjà dit, mais on ne saurait trop le répéter. Devant des pâturages excellents, mais composés de plantes auxquelles il n'a pas été accoutumé, le chameau boude, se laisse dépérir et reste longtemps avant de se décider à y toucher. C'est une des grosses causes de mortalité des chameaux et on ne saurait exagérer les conséquences capitales de ce fait auquel on ne veut pas attribuer sa véritable portée.

Toutes les pertes que nous avons subies quand nous avons voulu utiliser dans l'Extrême-Sud les chameaux des Hauts-Plateaux, celles des convois anglais en Afghanistan ou dans les déserts de la Haute-Égypte n'ont pas d'autre cause.

Pour qu'un animal puisse servir dans une région, il faut qu'il sache s'y nourrir ; il est très admissible qu'il ne le sache pas ; ce qui l'est moins, c'est que les hommes qui veulent l'utiliser ne tiennent aucun compte de ce fait bien connu. Il y a évidemment des cas où nécessité fait loi, mais généralement on pourrait éviter des sacrifices que rien ne justifie.

La présence et l'exemple de chameaux habitués au pâturage dans une région donnée peuvent assez rapidement apprendre à des animaux étrangers à consommer une nourriture nouvelle.

Digitized by Google

Le problème de la famine en Chine

PAR

H. DE VARIGNY

Ce problème ne se présente pas dans les pays civilisés qui ont su à la fois maintenir la discipline et l'ordre social, et employer la science aux conquêtes utiles, à multiplier les transports, à développer l'agriculture, à la faire plus attirante. La Russie, la Chine constituent des exemples célèbres des résultats de l'anarchie : peut-être est-il bon que ces exemples existent : les îlotes ivres avaient leur utilité. Il faut toutefois voir que le problème est fort complexe : des facteurs nombreux entrent en jeu. C'est ce que l'on discerne fort bien en lisant une très intéressante étude, intitulée *China's famine problem*, publiée dans *Matériaux pour l'étude des calamités* (nº 14), due à M. W.-H. Mallory, qui a été secrétaire du Comité international pour la lutte contre la famine en Chine.

La famine tient toujours à un ensemble de causes qui varie dans le temps et dans l'espace. Il est bien évident, toutefois, qu'une des causes fondamentales est le surpeuplement, l'excès de population, la disproportion entre la production du sol et le nombre des consommateurs. Là où la population s'accroît sans que s'accroisse parallèlement et de la façon proportionnelle l'agriculture, la famine est inévitable. Là, encore, où les moyens de transport rapides à distance font défaut, il n'est pas possible à une région de céder de son surplus à une autre. C'est l'absence de transports, désorganisés par la révolution, qui, jointe à la pauvreté de la récolte, a été cause de la récente famine russe. Il convient toutefois de remarquer que le monde entier est de plus en plus menacé de famine, étant peuplé comme il ne l'a jamais été. A ce titre, le cas de la Chine intéresse tout le globe à des degrés qui varient.

***

La famine est, en Chine, un mal chronique ; il a toujours existé, même à une époque où la population était moins abondante. Sur la terre chinoise, c'est par millions qu'elle a fait des victimes. D'après une récente enquête faite à l'Université de Nankin, entre 108 avant, et 1911 après notre ère, il y a eu 1 828 années où les aliments ont manqué, dans une partie ou l'autre du pays. La famine, actuellement, frappe chaque année une province ou une autre. Et de 1877 à 1879, elle a tué de 9 à 13 millions de malheureux. Comme avec cela, le fleuve Jaune est sujet à des débordements capables de tuer plus de 2 millions, on voit que dans le « pays charmant » qu'est la Chine, la vie est souvent dure.

La proportion de ceux qui ne mangent pas à leur faim est toujours extraordinaire. L'immense majorité de la population est indigente. Une enquête faite il y a peu d'années a montré que dans la Chine rurale plus de la moitié des familles ne gagne pas plus de 25 dollars par an. Et chaque famille comprend de 5 à 7 individus. Il faut que chacun mange, se loge, s'habille, se chauffe pour 5 dollars par an... Même si c'était 10 ou 20 dollars, ce serait toujours la misère. Car la même enquête a montré que la famille a besoin d'un minimum de 75 dollars par an. Et encore sans jamais manger de viande, d'œufs, de poisson : rien que du grain et des légumes.

Sans doute, jamais une famine ne s'abat sur la totalité de la Chine : elle est limitée à une partie, et, semble-t-il, les autres parties devraient pouvoir fournir des provisions. C'est vrai, mais pour cela il faut que ces dernières aient de trop, ce qui est rare ; et il faut des moyens de transport rapides qui n'existent guère. La rivière est le grand mode de transport ; la voie ferrée est trop pauvre. Et les routes sont inexistantes. Il est donc difficile de remédier aux famines. Les causes de celles-ci sont diverses. Tout d'abord, le manque, ou bien l'excès de chute pluviale.

La sécheresse est le grand ennemi. La pluie ne tombe que très irrégulièrement. Dans les provinces du Nord, il arrive que deux ou trois ans se suivent sans pluie digne de ce nom. Le sol ne serait pas mauvais : il est, avec cela, travaillé avec un soin extrême, mais les plantes sont desséchées par le soleil, et l'agriculteur en est réduit à avaler les écorces et les racines. D'après la climatologie, l'aridité de la Chine du Nord et de l'Ouest va croissant. Voici longtemps que l'irrigation a été utilisée contre l'insuffisance de la pluie, mais l'étendue susceptible d'irrigation est faible, et d'autre part, les années sèches, les puits, rivières et fleuves ne donnent que très peu d'eau. Peut-être n'en a-t-il pas toujours été ainsi. Autrefois, il y a des siècles, la Chine avait des forêts. Mais celles-ci ont été détruites par la population, et c'est à cette destruction, d'après divers observateurs, qu'il faut attribuer la pénurie d'eau en grande partie.

Il y a pourtant des années où il pleut, et même beaucoup. Et ces années ne sont pas moins que les années sèches, génératrices de famine. Le méca-

Digitized by Google

nisme des famines par excès de pluie, et par inondations, est fort simple.

L'inondation elle-même tient en très grande partie à la destruction des forêts. La plupart des rivières et fleuves ont un bassin supérieur fait de collines arides. Autrefois, elles furent habillées de bois et d'herbe, et elles absorbaient une partie des pluies, qu'elles emmagasinaient pour un temps, qu'elles ralentissaient dans leur cours d'évacuation vers le bas pays. Elles jouaient un rôle d'éponge régulatrice. Maintenant, toutes nues, elles ne retiennent rien. L'eau dévale à mesure qu'elle tombe, elle ruisselle, sans que rien l'arrête, et gagne la plaine au plus vite, et submerge celle-ci.

Généralement la plaine est très plate, et il arrive qu'après une inondation l'eau reste sur le sol des mois et même des années avant d'être absorbée ou évaporée, là surtout où la plaine est à un niveau inférieur à celui de la mer, et où seule l'évaporation peut opérer.

Il convient d'ajouter que les eaux de ruissellement de la partie montueuse du bassin sont très chargées de boue et de limon résultant de la désagrégation de la terre nue, non couverte de verdure. Cette boue se dépose peu à peu, et en conséquence le lit s'exhausse. On a pu dire que les rivières de Chine coulent non pas *dans*, mais *sur* les plaines : naturellement des digues ont été nécessaires pour maintenir les eaux dans leur lit. En temps normal, elles font leur besogne, mais après les pluies torrentielles, elles s'ouvrent et tout le pays environnant est submergé. Il faut observer encore que les grandes pluies, occasionnant les grandes crues, sont toujours désastreuses pour les terres des premières plaines. Car l'eau des parties hautes entraîne beaucoup de cailloux et de gravier qui vient recouvrir la terre arable. La destruction des forêts a été désastreuse pour la Chine.

Non moins déplorable pour ce grand corps couvert de plaies et d'ulcères est l'absence d'un cerveau capable de réfléchir et d'agir en vue de la guérison. La Chine est, elle aussi, un bel exemple de ce que devient une société livrée à l'anarchie et au chaos. De 1878 à 1920, la Chine a pu à l'aide du capital étranger développer son réseau de chemins de fer, et sans doute celui-ci a servi à sauver des millions de vies humaines. Mais depuis la révolution de 1914, les chemins de fer servent surtout à des transports de troupes, et dans les intervalles des hostilités les belligérants s'approprient les récoltes sans rien faire pour entretenir ou développer le réseau.

Du temps qu'il y avait un pouvoir central, un des principaux soucis de celui-ci était de venir en aide aux affamés. Un système de greniers publics avait été établi. Chaque ville murée avait un grenier garni où l'on puisait pour secourir les victimes de la famine. Durant la révolution de 1912 le contenu des greniers a été vendu ou pillé, et n'a jamais été remplacé.

Comme le dit M. Mallory, le peuple chinois a cru faire grand tort aux étrangers, qu'il n'aime point, et qui, du reste ne sont pas toujours bien intéressants, et les diverses factions sont bien d'accord sur un point, sur la nécessité de détruire l'influence étrangère en Chine, mais celui qui a le plus souffert de la désorganisation politique, c'est le Chinois lui-même.

Il est bien évident que ce n'est pas en faisant la charité à la Chine en temps de famine ; ce n'est pas en lui envoyant de quoi manger quand manquent les récoltes, qu'on la fera sortir de la position où elle se trouve. Ce que les peuples civilisés et gouvernés peuvent faire, c'est de montrer à la Chine ce qu'il lui faut tenter pour diminuer la fréquence des famines et des inondations. Il y a des travaux considérables à entreprendre, dont l'effet se fera sentir à la longue ; il y a des méthodes à appliquer, qui ont fait leurs preuves ailleurs; pour empêcher les inondations, il y a des errements à détruire. Il faut s'adresser à l'expérience et à la raison, et il est essentiel que celles-ci aient l'autorité à leur disposition, à leur service. Au lieu de cela l'autorité a disparu. La culture du pavot à opium, en Chine, avait presque été supprimée. A la faveur de l'anarchie, elle reprend et se développe, et comme le pavot ne veut que de la bonne terre, le sol qui produirait du grain permettant de vivre est employé à produire de l'opium qui abêtit et tue.

On dira pourtant que le Chinois est un agriculteur émérite. Cela est vrai. Il cultive avec un soin, une patience extraordinaires. Il tire parti du moindre bout de terrain, et c'est en partie pour augmenter le terrain cultivable qu'il a détruit la forêt. Il a pour le fumier — y compris l'humain — de la vénération. Il donne à la terre beaucoup de travail. Mais peut-être ne donne-t-il pas à l'agriculture toute l'intelligence qu'il faudrait.

Les pays agricoles les plus civilisés et les plus entreprenants, ceux qui sont le plus aptes à subvenir à leurs propres besoins, ont reconnu, et depuis longtemps, qu'il y a un art de cultiver. Il y a des moyens propres à augmenter la production, il y a des procédés techniques de culture et de façon, il y a des combinaisons d'engrais pour remédier à l'insuffisance du sol en divers éléments, il y a des procédés d'amélioration des variétés cultivées. A l'heure présente, même, des crédits ont été votés en France, pour des recherches et expériences relatives à la multiplication des variétés de seigle et de blé à grand rendement. Et pourtant, la France est un pays agricole de vieille date, et réputé. Mais si les Français préfèrent la vie ouvrière à l'agricole, si la main-d'œuvre diminue à

Digitized by Google

la campagne, si bien que de 1913 à 1926 la superficie consacrée à la culture du blé a diminué de 928 400 hectares, et si les landes et terres incultes ont augmenté de 155 890 hectares, il faut bien chercher à obtenir un meilleur rendement des terres encore cultivées. La Chine à coup sûr aurait besoin de rénover ses méthodes culturales et de profiter des acquisitions de la science. Cela est d'autant plus nécessaire qu'en fait, et de plus en plus, c'est un pays surpeuplé et qui ne suffit pas à ses propres besoins.

Sans doute le pays est vaste, et à première vue, il semble pouvoir comporter les 440 millions environ qui y vivent. Dans l'ensemble, il ne paraît pas surpeuplé : mais en fait, il l'est. La superficie de la Chine est très considérable, mais la superficie arable est restreinte. Beaucoup de parties montagneuses impropres à la culture, beaucoup de territoires à sol trop pauvre pour être cultivés. De sorte qu'en somme les 440 millions sont entassés sur une petite partie du territoire qui dès lors est surpeuplée. On rencontre des régions où se trouvent 6 000 habitants au mille carré : la densité de population dans les plaines est plus qu'excessive.

Sans doute la Chine est, dans ses bons terrains de plaine, une des plus riches régions agricoles du monde. La terre y produit tout ce qu'elle peut donner, grâce au labeur diligent de la population. Mais la science pourrait augmenter le rendement ; et elle pourrait aussi diminuer les dégâts considérables que causent les inondations, celles du Fleuve Jaune en particulier, le « chagrin de la Chine ».

***

D'autres raisons contribuent à déterminer la situation qui se présente.

Sans doute il y a en Chine une mortalité considérable. La médecine et l'hygiène y sont fort en retard, et le taux de la mortalité se ressent de l'ignorance en matière sanitaire. Mais cela n'a pas empêché la population de doubler du milieu du XVIII^e^ siècle au milieu du XIX^e^. La natalité est très considérable. Le Chinois est une des races les plus prolifiques du monde ; la natalité est très supérieure à la mortalité, si élevée que puisse être cette dernière. Tout a une limite toutefois, et le point de saturation est à peu près atteint. En tout cas, l'augmentation de population se ralentit visiblement.

Cette prolificité tient en grande partie à une cause morale puissante : à la religion chinoise. Le culte des ancêtres constitue une pratique fondamentale. Un rituel s'est élaboré à travers les âges, et il exige que toutes les cérémonies soient accomplies par les descendants mâles. Dès lors, tout Chinois veut avoir des fils pour que ceux-ci lui rendent hommage quand il sera mort. Mais on n'a pas des fils à volonté ; il vient à peu près autant de filles, qui ne représentent rien du tout au point de vue du culte des ancêtres, et comme la mortalité est élevée, chaque famille comporte un grand nombre de naissances. La restriction de la natalité est inconnue, dans ces conditions. Pour avoir assez de descendants mâles, le Chinois est obligé d'en avoir trop. Et comme le Chinois qui se marie ne quitte pas le foyer paternel, mais y amène sa femme, il se marie jeune. Si encore il ne se mariait qu'une fois... Mais non, la polygamie est licite, et abondamment pratiquée.

Il faut ajouter un autre facteur moral très nuisible à l'utilisation du sol. Les morts, il faut les enterrer : ils occupent de la place. Et on ne va pas les enterrer au loin, ou bien dans les parties du territoire peu cultivables, c'est sur place, par conséquent dans le meilleur sol, dans des tombes entourées d'arbres. Plus le sol est riche, plus la population vivante est dense, et plus aussi la population morte tient de place. Les cimetières de tombes isolées occupent une superficie toujours plus considérable, sur les sols les plus fertiles, et on a calculé que la mise en culture des terres immobilisées par les morts suffirait à assurer la nourriture à des millions de Chinois.

De la sorte, on voit que les famines chinoises, si fréquentes et désastreuses, tiennent à des causes multiples. Des facteurs cosmiques existent auxquels on ne peut pas grand'chose peut-être. Encore pourrait-on en atténuer les effets en utilisant les connaissances de l'Occident, travaux d'irrigation, travaux de correction des lits des fleuves, établissement de digues bien étudiées pour empêcher les inondations, travaux de reboisement pour immobiliser les dépôts meubles des pentes, et diminuer les risques d'un ruissellement exagéré, et d'apports de pierres venant recouvrir les terres arables. Il y aurait beaucoup à faire pour l'amélioration des transports ; il serait grand besoin d'ordre et de stabilité, d'esprit de coopération. Bref, les causes sont multiples. Mais on pourrait en écarter beaucoup, et l'essentiel, avant d'agir, est évidemment de savoir dans quel sens doit être dirigée l'activité.

Digitized by Google

Le Vin à travers l'Histoire

PAR

RAYMOND BRUNET

Ingénieur agronome, Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Paris.

Si l'on en croit Ezler, Noë eut l'idée de planter la vigne après avoir vu un bouc, ayant mangé des raisins, développer une force considérable et montrer un grand courage en combattant d'autres animaux. Il la mit en terre en l'arrosant de sang de lion « pour la réconforter en esprit », et de sang d'agneau mystique afin de lui enlever sa nature sauvage.

Quistorp, *in Genesis*, prétend, au contraire, que le vin eut une existence prédiluvienne, en s'appuyant sur ce que nous rapporte Mathieu (17-28) qui nous affirme que Dieu fit le déluge pour châtier les hommes qui mangeaient et buvaient trop. Jean Cornar, *in Theologia vitis viniferae*, expose que le pâtre étolien Staphylos, ayant remarqué l'une de ses chèvres qui s'écartait fréquemment de son troupeau, la suivit et constata qu'elle mangeait un fruit inconnu, dont il apporta des graines à son patron Oinos, lequel remarqua qu'en les écrasant on obtenait un jus s'adoucissant avec le temps, dont il fit faire la dégustation à Liber le Père.

D'autres versions nous ont été également données C'est ainsi que, d'après Hécatée de Milet (*de Rerum inventione*), ce serait une chienne appartenant à Oristée, fils de Deucalion, qui aurait mis bas une souche, laquelle, plantée par Oristée, se serait couverte de raisins. Pausanias (*comitis Mythologia*) affirme qu'un âne, en broutant la vigne, donna l'idée aux Naupliens de la tailler. Rhodigin (*in Lectiones antiquæ*), croit que la vigne aurait d'abord été trouvée près de Plinthine.

Quoi qu'il en soit, le vin fut la seule boisson largement répandue chez les peuples de l'antiquité. Et cela s'explique du fait que les eaux étaient alors croupissantes, dans les mares et les lacs, ou trop froides lorsqu'elles provenaient de la fonte des glaciers. Il fallait aux hommes, pour accompagner le pain, un liquide sapide, réconfortant et hygiénique. Et puis le vin présentait le grand avantage, par rapport aux jus de fruits, d'être d'une meilleure conservation dans les climats si chauds alors habités par les hommes.

Bacchus et les Bacchanales.

Bacchus ou Dionysos, est l'une des divinités de l'antiquité qui inspira la plus grande adoration. Des peuples entiers lui furent reconnaissants de leur avoir fait le don précieux de la vigne. Lorsque, sorti de l'enfance, il quitta la grotte parée de raisins où il avait vécu, la vigne parut partout sur son passage. Il enseigna à tous l'art de planter et de cultiver le bienfaisant arbrisseau, puis de faire le vin.

Il se mit à la tête d'une troupe d'hommes et de femmes armés de thyrses, chargés de raisins et de tambours ; il parcourut ainsi la Perse, la Médée, la Bactriane, l'Arabie, l'Égypte. Partout où il passa, on lui éleva des autels et on célébra son culte. Lorsque des princes s'y opposèrent, sa vengeance fut terrible. Sa puissance et sa force, qui étaient considérables, étaient attribuées à l'usage du vin. On l'appelait encore Lyaos (charmeur), Jatromantos (dieu des remèdes), Senaos (pressureur).

Il institua des fêtes et des réjouissances en l'honneur du vin dont on chantait les principes fortifiants et hygiéniques, d'après ce que rapporte Homère, qui donnèrent naissance aux Bacchanales, lesquelles avaient lieu après les vendanges et au printemps.

Des fêtes analogues eurent lieu chez des peuples civilisés de l'antiquité, sous les noms de Saturnales, Rubigales, Méditrinales, en l'honneur de Saturne, Rubigo, Méditrina, qui étaient considérés dans leur région comme les premiers vignerons. Partout ceux qui ont doté leurs semblables de la vigne et du vin ont été considérés par ceux-ci comme des êtres surnaturels issus des dieux ou envoyés par eux.

Les divinités païennes.

Les anciens faisaient des effusions de vin en l'honneur de tous leurs dieux, sous forme d'offrandes, de sacrifices ou de libations. D'ailleurs, la plupart de ceux-ci étaient des dieux du vin, si l'on en croit les récits d'Aristophane, Macrobe, Eustathe, Homère, Hérodote, Cicéron, Diodore de Sicile, Ovide, etc., auxquels on demandait de protéger la vigne et de donner des récoltes de vin abondantes. On buvait aussi pour les réunions sacrées que l'on célébrait pour les nouveau-nés, les mânes des morts, etc.

Les vases qui renfermaient le vin étaient couronnés de fleurs et surtout de roses. Souvent on effeuillait les pétales pour les jeter dans le vin avant de le boire.

On aimait à tailler les statues des divinités dans de gros ceps de vignes, de même que l'on formait les

Digitized by Google

colonnes des temples et les charpentes avec des troncs de vignes. Il en fut ainsi notamment aux temples de Junon à Marseille, de Jupiter à Populonium, de Diane à Ephèse, aux églises de Ravennes, de Saint-André de Verveil, de Sainte-Sophie de Constantinople, etc.

Le vin chez les Égyptiens.

Les Égyptiens connaissaient le vin, puisqu'on a retrouvé sur des bas-reliefs de Memphis, datant de 4 000 ans avant notre ère, des ouvriers cueillant des raisins et d'autres les écrasant. Pickering rapporte, d'autre part, que l'on découvrit en Égypte des représentations glyptiques ayant un caractère vinicole et datant des 3e, 4e, 17e et 18e dynasties sur lesquelles on voyait toutes les opérations de la vinification. Il en est de même des hypogées de Beni-Hessan, qui remontent à 4 300 ans avant notre ère.

Les récriminations des Hébreux qui se plaignaient à Moïse et Aaron de les avoir fait monter hors d'Égypte, dans une région n'ayant pas de vignes, prouvent bien que cette plante était alors cultivée. Le songe que le grand échanson de Pharaon raconta à Joseph en lui disant qu'il avait vu trois ceps de vignes chargés de raisins confirme ce fait.

Le vin était alors considéré comme l'antidote de la colère et du chagrin, d'après ce que nous rapporte Diodore de Sicile. Hérodote nous dit qu'il était utilisé par les prêtres comme antiseptique. Ceux-ci en faisaient leur boisson ordinaire et le versaient sur les autels des dieux « comme le sang de ces ennemis qui avaient autrefois combattu contre eux. »

Le vin chez les Hébreux.

L'Ancien Testament est plein de citations glorifiant les vertus du vin. Il rapporte au *Livre des Rois* que la cueillette des raisins donnait lieu à de grandes réjouissances ; que les Hébreux possédaient des appareils de vinification, notamment des pressoirs ; que Moïse a recommandé l'usage du vin et affirmé aux Hébreux « que Dieu promet le vin à ceux qui le servent ».

Certains ont prétendu que les Hébreux consommaient du jus de raisin non fermenté et ne faisaient pas usage de vin. Cette assertion, qui est contraire aux textes et aux souvenirs de cette époque, ne pourrait être acceptée, car le climat chaud des pays qu'ils habitaient n'aurait pas permis la conservation d'un jus non fermenté. D'ailleurs, les nombreux cas d'ébriété que l'histoire biblique nous rapporte montrent bien que ce peuple buvait du vin fermenté.

Les Hébreux considéraient le vin comme le meilleur des remèdes. Ils lui reconnaissaient un caractère sacré et l'employaient dans la consécration des prêtres, l'exécution des sacrifices et les autres cérémonies religieuses. On le représentait comme faisant « la joie de l'âme et du cœur ». Les prophètes, comme les moralistes, ont fait à cette époque l'éloge du vin et sa carence était considérée comme un indice de malédiction de Dieu envers les hommes.

Le vin chez les Grecs.

Les philosophes grecs rapportèrent d'Égypte l'usage du vin après être allés étudier sur les bords du Nil les sciences alors connues. Homère nous apprend que le vin avait en son temps une place importante dans la thérapeutique et Hippocrate nous le confirme en ces termes : « Le vin est chose merveilleusement appropriée à l'homme, si en santé comme en maladie on l'administre avec à-propos et juste mesure, suivant la constitution individuelle. »

Homère a voulu glorifier la vigne en la plaçant sur le bouclier de son célèbre héros Achille. Aristophane a également fait l'éloge du vin. Plutarque raconte que les femmes spartiates baignaient leurs enfants dans du vin pour expérimenter leur force. Platon honora le vin. Athénée émet l'opinion que les vins rouges sont nourrissants, les blancs apéritifs, les clairets secs et favorables à la digestion. Pline rapporte que les Grecs connaissaient déjà le moyen de faire vieillir les vins en les faisant voyager sur mer.

L'école de Salerne résuma l'opinion des intellectuels en écrivant ces quelques mots sur le frontispice de sa porte : « Bois un peu de vin. »

Le vin chez les Romains.

Pline admettait que « le vin entretient les forces, nourrit le sang et donne les couleurs et la santé ». Caton, Ovide, Tibule, Pétrone, Thessalos, Horace et beaucoup d'autres ont célébré le vin. Mais le plus grand propagateur du vin fut alors Asclépiade, le meilleur disciple d'Épicure. Plus tard, Gallien qui fut considéré comme l'un des plus grands hygiénistes, établit des régimes pour les différentes maladies dans lesquels figurait toujours le vin.

Les prêtres attachaient une telle importance au vin qu'ils fixaient chaque année le jour où devait commencer la vendage et le jour à partir duquel on pouvait boire du vin nouveau. Dans le culte domestique, qui se faisait en l'honneur des mânes des ancêtres, le « paterfamilias » aspergeait de vin la flamme du foyer qui constituait l'image de leur esprit.

Les travaux viticoles s'exécutaient en récitant des hymnes sacrés comme en Grèce. Leur réalisation

Digitized by Google

était réglée par les prêtres. Columelle, Varron, Caton, Utique, Palladius ont rapporté les soins avec lesquels on les faisait.

Caton expose que deux siècles avant notre ère on donnait du vin aux domestiques et aux ouvriers. Aurélien aurait voulu faire distribuer gratuitement du vin à tous les Romains pour dissiper leurs chagrins. César fit une distribution de ce genre à ses troupes et s'en trouva fort bien. Ce fut lui qui introduisit le premier le vin dans l'armée.

Le Christianisme et le vin.

Lorsqu'on jette un coup d'œil impartial sur l'histoire des peuples, on constate que la culture de la vigne s'est développée en même temps que la civilisation chrétienne et a fait des progrès parallèles aux siens.

Les domaines monastiques possédaient, dès le moyen-âge, des vignobles célèbres pour produire le vin d'oblation et les cultivaient avec un soin remarquable. Aux moines de Bèze nous devons le Chambertin, aux Bernardins de Citeaux le clos Vougeot, aux moines de Maizières le Pommard, à ceux de Saint-Benigne le Larey, à ceux de Clairvaux les vins de l'Aube, à ceux de Marmoutiers le Vouvray, aux Pères Blancs les vins de l'Harrach, aux Bénédictins le vin de Carbonnieux, aux Carmes blancs le Haut-Brion, à Ausone le Saint-Émilion, aux Bénédictins le Gaillac, aux moines de Saint-Salvy le Loupiac, à ceux de Saint-Benoit le Beaune, aux Cordeliers le Démié, aux Bénédictins le Salles et une quantité d'autres vins du Beaujolais, aux Lazaristes la Mission Haut-Brion, aux Cordeliers, aux Carmes, aux Ursulines et aux Visitandines les vins de la côte châlonnaise, à dom Pérignon, cellerier de l'abbaye d'Hautvillers, le vin de Champagne.

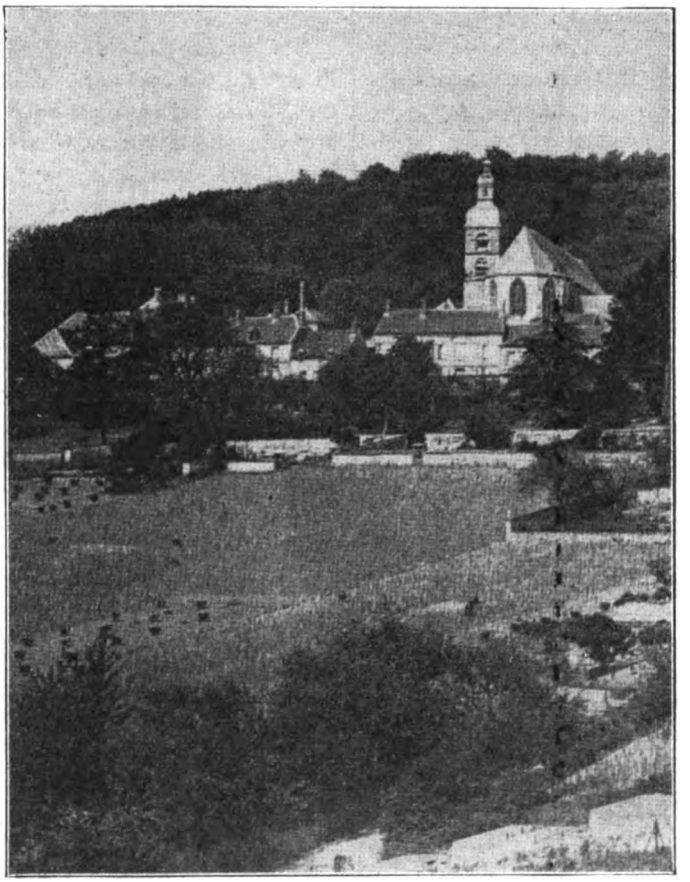


Fig. 1. — Vue générale de l'ancienne Abbaye d'Hautvilliers (propriété de la maison Moët et Chandon).

Ce fut également dom Pérignon, qui eut l'idée de fermer les bouteilles de vin avec des bouchons de liège pour remplacer le chanvre trempé d'huile dont on faisait usage et qui présentait l'inconvénient de communiquer souvent un mauvais goût au vin.

Les Cisterciens, dont le principal établissement se trouvait à l'abbaye de Citeaux, ne possédaient pas moins de 1 800 monastères sous leur dépendance autour desquels les moines faisaient fleurir la vigne et s'attachaient à perfectionner les procédés de vinification pour obtenir des vins remarquables.

Mais les moines ne se sont pas contentés de produire des vins fameux. Ils les ont fait largement consommer chez eux et autour d'eux. Le concile d'Aix-la-Chapelle, en 817, décida que chaque moine recevrait, par jour, 5 livres pesant de vin, et chaque chanoinesse 3 livres. Les trappistes attribuaient déjà, depuis le VI^e^ siècle, 70 à 80 centilitres de vin par jour à tous leurs membres.

D'après les livres religieux sur lesquels repose le Christianisme, on constate que le vin y a toujours été en honneur. Les bonnes vendanges y sont considérées comme une grande félicité ; les louanges du vin sont fréquentes dans l'Ecclésiaste, les Psaumes, saint Matthieu, saint Paul, saint Jérôme, etc. Dans la plupart des célèbres paraboles le vin ou la vigne interviennent comme symboles.

Le vignoble, la vigne, la grappe, la vendange, le vin ont permis de représenter d'une façon plus tangible les mystères et de mieux faire comprendre aux populations les dogmes en les symbolisant. On trouve la confirmation de ces faits dans l'*Ancien Testament, la Glose, le Cantique des cantiques, le Rythme de Sainte Marie*, de Pierre Damien (III^e^ siè-

Digitized by Google

cle), saint Augustin (IVe siècle), Théodoret (Ve siècle), *le Rythme pour la louange du Sauveur*, de Pierre le vénérable (IIe siècle), *les Laudes et saint Isidore*.

Jésus-Christ a voulu prendre le vin avec le pain comme matière du sacrifice de la messe, centre et fondement de la religion elle-même qu'il a fondée. Le Christ, qui s'est comparé à la vigne, a institué le sacrement en se servant du vin parce que celui-ci convient le mieux à signifier la joie spirituelle qui est l'un de ses effets.

Seul, le vin naturel peut servir de matière au sacrifice et donner lieu à la transsubstantiation enseignée par Jésus-Christ quand il dit lui-même : « Ceci est mon sang », et si savamment expliquée et commentée par saint Thomas d'Aquin dans la *Somme théologique*.

Pendant l'Octave de l'Épiphanie, l'Église formule cette prière : « que vous donniez la saveur du vin aux amphores remplies d'eau et fassiez goûter aux serviteurs la liqueur qu'ils n'y avaient pas versée », faisant ainsi allusion au miracle que fit Jésus-Christ aux noces de Cana.

Le célébrant de la messe communie toujours sous l'espèce du pain et sous celle du vin, mais, depuis le XIIe siècle, cette dernière est abandonnée pour les fidèles seulement dans la religion romaine à cause des inconvénients qui se produisaient souvent dans la distribution du liquide sacré à un grand nombre de personnes. Mais, l'usage de la communion sous les deux espèces s'est conservé dans quelques cas dans l'église romaine, de même que pour tous les fidèles dans l'Église grecque, ainsi que pour certaines églises appartenant à des Grecs convertis du schisme et revenus à l'Église catholique. Il en est encore de même dans la religion protestante.

Fig. 2. — La première leçon de taille de la vigne par les moines de l'Abbaye de Cîteaux (sculpture de 1162, au musée de Dijon).

Le vin et les Princes de l'Église.

Parmi les nombreux apôtres qui ont recommandé le vin, on peut citer saint Paul et saint Augustin. A la table de ce dernier, on servait toujours du vin d'après ce que rapporte saint Posidius, évêque de Calame.

Les papes Alexandre V, Sixte V, Boniface, et tous les papes français qui ont siégé à Avignon, ont prôné l'usage du vin. Pétrarque raconte qu'à la fin du schisme la cour pontificale ne voulait pas quitter la France parce qu'il n'y avait pas de vin de Beaune en Italie. Aussi, quand Grégoire XI fut rentré à Rome, il fit venir de Bourgogne, de même que ses cardinaux, « un vin plus généreux et plus agréable que les boissons épaisses et crues des vignes romaines ».

Le pape Léon X achetait son vin en Champagne et Léon XIII à Bordeaux. Le pape Clément V, en 1305, a légué à l'archevêque de Bordeaux le célèbre crû qui lui appartenait à Pessac et qui porte encore son nom. L'évêque Ausone a également donné son nom à un vignoble renommé à Saint-Émilion.

Au VIIe siècle, les évêques de Lisieux, Bayeux, Coutances, Avranches, Auxerre, Mâcon, Autun et les archevêques de Besançon et de Reims possédaient déjà d'importants vignobles.

Les poursuites que les princes de l'Église firent faire par l'Inquisition, de 1184 à 1220, contre les hérétiques, qui conseillaient l'abstinence du vin et l'arrachage des vignes, témoignent de l'intérêt que l'Église a toujours porté à notre boisson nationale.

Saint Vincent, patron des vignerons.

Saint Vincent, qui naquit à Huesca, dans l'Espagne tarragonnaise, exerça le ministère du diaconat

Digitized by Google

dans l'Église de Saragosse et prêcha l'Évangile. Il fut mis à mort, après avoir été abominablement torturé, sur l'ordre de Dacien, que Dioclétien avait nommé gouverneur de cette province.

Une très ancienne tradition a donné à saint Vincent le Victorieux le patronage sur la viticulture, les vignerons, les marchands de vin, les cafetiers, les vinaigriers, etc. Elle rappelle mystérieusement la part que le diacre prit au divin sacrifice. Car celui-ci a mêlé son sang, comme un vin généreux, dans la coupe qui contient le salut du monde, afin que soit vérifiée la parole de l'Apôtre qui nous dit que les saints accomplissent dans leur chair des actes qui manquaient, non à l'efficacité, mais à la plénitude du sacrifice du Christ, dont ils sont les membres. Dom Guéranger et Du Broc de Sérgange ont admis cette interprétation mystique tandis que le Père Cahier croit, au contraire, que ce patronage doit son origine au mot « vin » qui commence le nom du martyr.

D'autre part, le corps du saint a été broyé sous le chevalet des tyrans et sous les instruments de torture, comme les raisins le sont sous les pressoirs des vignerons. Son sang a coulé, comme le jus de la vigne, ruisselant dans la cuve, et cette transformation en a fait un breuvage de vie éternelle, comme le jus de la grappe donne à l'homme après avoir fermenté la force et la vie matérielle.

Fig. 3. — Saint Vincent, patron des vignerons (Cliché Woltner).

Les nombreux dictons qui règnent dans nos régions viticoles témoignent de la grande dévotion dont saint Vincent est l'objet. Le plus célèbre d'entre eux a été tiré du *Calendrier de Constance*, de 1504, par le Père Cahier, le voici :

Si le jour de saint Vincent le soleil brille,
Rappelle-toi de préparer une grande cuve,
Parce que la vigne donnera beaucoup de raisins.

Le vin du début de notre ère au XIX^e siècle.

Si l'on en croit César, Pline, Diodore de Sicile, Cicéron, le vin occupait une place importante dans notre pays dès le début de notre ère et surtout dans la Gaule Narbonnaise, ce qui nous est d'ailleurs confirmé par Strabon et Columelle. On faisait déjà à cette époque dans cette province du vin cuit au soleil. Néanmoins, les Romains, qui étaient jaloux des vins de la Gaule, jusqu'au règne de Probus, entravèrent cette culture.

La vigne a occupé une place très importante en Normandie et en Bretagne jusqu'au XVII^e siècle, surtout dans les domaines des seigneurs, des évêques et des monastères. Autour de Paris, notamment à Rueil, Meudon, Argenteuil, et même au Louvre, on a fait des vins renommés qu'appréciaient Louis-le-Jeune et Philippe-Auguste.

Dès le IV^e siècle, Ausone chantait le vin de Bordeaux comme faisant la renommée de l'Aquitaine. Richard Cœur-de-Lion devait plus tard protéger les vignobles qui produisaient ce fin nectar. Ce fut le maréchal de Richelieu qui l'introduisit à la cour du roi Louis XV. Les Anglais, pendant leur occupation de la Guyenne, l'apprécièrent et l'amenèrent dans leur pays sous le nom de « claret ». C'est pourquoi le roi Édouard III s'intéressa aux vignobles bordelais et devint propriétaire du château fort de Margaux.

On a souvent prétendu que le vin de Bordeaux donne l'éloquence et cité comme exemple les célèbres Girondins. Mais, on pourrait encore invoquer Fonfrède, Gensonné, Guadet, de Sèze, Danton, Frédérick Lemaître, qui ne buvaient que du bordeaux et étaient des orateurs remarquables.

D'autre part, les trois plus grands orateurs chrétiens de notre patrie sont nés sur la terre vitícole de la Bourgogne. Ce sont saint Bernard originaire de Fontaine-les-Dijon, Bossuet de Dijon, Lacordaire de Recey-sur-Ource. Il y a là une preuve indéniable de l'influence du vin sur l'éloquence des hommes.

Les Bourguignons ont toujours été très fiers de leurs vins et les ducs de Bourgogne se glorifiaient d'être appelés les « seigneurs des meilleurs vins de la chrétienté ». Le vin de Bourgogne régna en maître sur la table des papes d'Avignon. Il fut toujours employé au sacre des Rois de France. En 1370, Charles V en faisait son ordinaire et plus tard,

Digitized by Google

Louis XI, Henri IV, Louis XIV et Louis XV l'imitèrent. Il fut mis à la mode à la Cour du roi de France au XVII^e siècle par Fagon, médecin de Louis XIV, lequel, sur les conseils de son ami Salins, docteur à Beaune, fit faire au roi une cure de vin de Romanée, qui réussit merveilleusement à guérir une affection intestinale.

On sait que Charlemagne et François I^er furent propriétaires de vignobles en Bourgogne, que Charles le Téméraire ne buvait que du Pommard, Napoléon du Chambertin, le prince de Conti de la Romanée de ses vignes, que Lazare Carnot, l'organisateur de la victoire, chanta toujours le vin de Bourgogne en de joyeuses chansons.

Au XVII^e siècle, les Bourguignons et les Champenois terminèrent la guerre des vins qui dura plus d'un siècle et au cours de laquelle les uns et les autres publièrent de nombreux documents et lancèrent d'aimables chansons pour montrer que leurs vins étaient les meilleurs. On finit par reconnaître que tous avaient leurs qualités et étaient également indispensables aux vrais gourmets et que « si le vin de Beaune inspirait plus de couplets d'amour, celui de Reims faisait chanter en meilleure musique. Que pour se porter d'ore et demeurer joyeux, il fallait à un homme ces deux vins-là, comme il lui faut ses deux jambes ».

C'est à partir de cette époque que les seigneurs de la cour se passionnèrent pour nos vins et commencèrent à accorder une grande importance à la composition de leur cave. Aussi bien dans les soupers que dans les dîners, on donna une aussi grande place aux vins qu'à la cuisine, contrairement à ce qui s'était fait jusqu'alors.

Une lutte du même genre eut lieu au XVIII^e siècle entre les vins de Bourgogne et ceux de Bordeaux, que le maréchal de Richelieu, un joyeux vivant et un célèbre général, venait de lancer.

Le vin de Champagne, qui prit alors une grande renommée, avait été choyé par saint Rémi, archevêque de Reims, les empereurs Probus et Wenceslas, les papes Urbain II et Léon X, viticulteurs dans la Marne, les rois François I^er, Charles-Quint, Henri VII d'Angleterre, Henri IV, qui voulurent également produire cette boisson délicieuse.

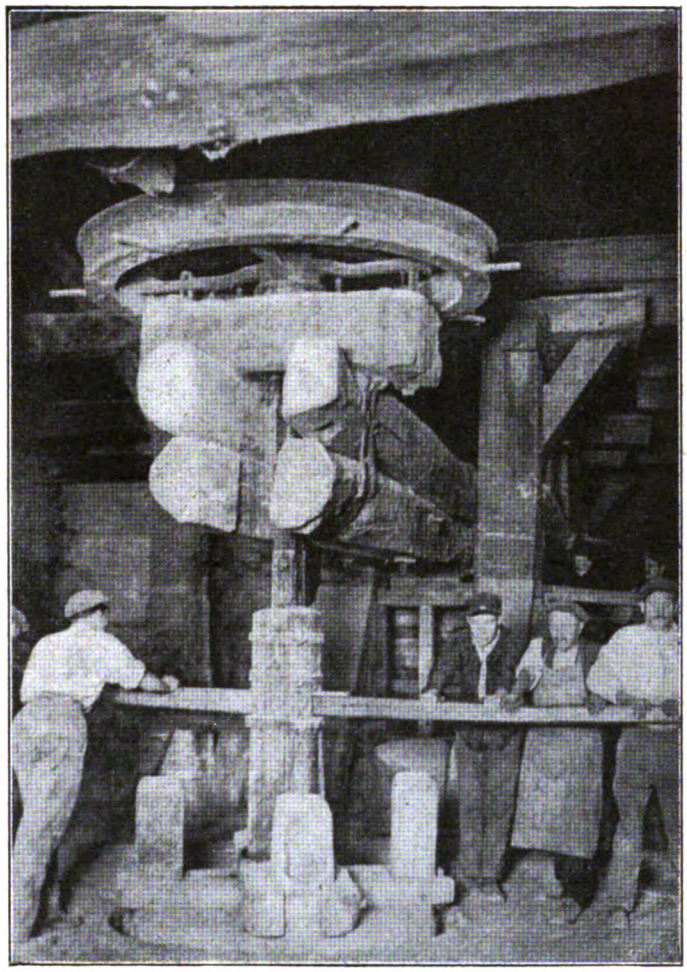


Fig. 4. — Pressoir des ducs de Bourgogne, construit à Chenove, au Clos du Roy, par Alix de Vergy, en 1238 (propriété de la maison Paul Court, de Dijon).

En Anjou, saint Martin de Tours nous rapporte que la vigne était cultivée au IV^e siècle et les documents officiels montrent ensuite combien les vignobles furent l'objet de soins attentifs dans la bonne société. C'est ainsi que le bon roi René s'occupa activement des vins de sa région, que le cardinal de Richelieu importa des plants du Bordelais, que le roi Henri II et Diane de Poitiers ne buvaient pas d'autre liquide.

Les vins de Touraine ont été très recherchés par les Anglais et les Hollandais, de même que ceux d'Anjou. Rabelais, qui a longuement fait leur éloge, les désignait sous le nom de « vins de taffetas ».

Le vin à l'époque moderne.

Aux XVIII^e et XIX^e siècles, le vin fut honoré dans les cabarets à la mode de la capitale, notamment à la « Côte de Beaune », à « l'Escu d'Argent », aux « Entonnoirs », où fréquentaient « les fines gueules de l'Université », à la « Pomme de Pin », où Rabelais

Digitized by Google

voisinait avec Villon, au « Sabot », où venait Ronsard, au « Renard », où l'on rencontrait Cyrano de Bergerac, à la « Fosse aux Lions », où Molière réunissait ses amis, au « Mouton Blanc », où buvait Marivaux, à la « Huchette », que visitait l'abbé Prévost, à « la Mère Saget », où se rencontraient Victor Hugo, Alexandre Dumas, David d'Angers, au « Petit-Rocher », où se retrouvaient Murger, Baudelaire, Alphonse Daudet, au « Caveau », qu'illustra Panard, au « Caveau moderne », que préféra Gouffé, au « Café Procope » et au « Rocher de Cancale », où aimaient à se réunir les élégants.

Alfred de Musset, Sully-Prudhomme, Victor Hugo, Theuriet, François Coppée, Autran, Émile Augier, Jean Richepin, Ponchon et bien d'autres, ont chanté le vin.

L'abbé Roziers, dans son célèbre dictionnaire, a dit du vin « que, son usage modéré est un des moyens les moins équivoques de maintenir l'homme en santé et de prolonger pendant plusieurs années la durée de sa force et de sa vigueur ».

Marcel Prévost, qui est un fin psychologue, a critiqué avec esprit les médecins qui, pour cultiver leur clientèle avec profit, ordonnent tour à tour des régimes nouveaux à leurs malades.

Le vin fut louangé par nos plus grands écrivains, chanté par nos meilleurs musiciens dans leurs œuvres les plus célèbres, honoré par nos artistes de talent dans leurs sculptures, leurs peintures et leurs dessins.

Mais il a fait mieux encore ; après avoir conquis les faveurs des alliés sous le Premier Empire, pendant l'Invasion, et des troupes allemandes en 1870-1871, il a conduit nos vaillants soldats à la victoire dans la dernière guerre. C'est grâce à sa chaleur, à sa flamme, à son énergie que nos héros ont pu montrer la patience, l'endurance, le courage et la furia nécessaires pour bouter dehors le Boche et faire donner le bâton au « maréchal Pinard ».

Fig. 5. — Vincent de Paul, instituteur de la Congrégation de la Mission dont le R. P. Simon prit possession des vignes de Haut Brion et construisit la chapelle dédiée à Notre-Dame de la Mission.

La vinification à travers les siècles

Dans les premiers âges le vin était obtenu en pressurant les grappes de raisins et en faisant fermenter le jus qu'on en retirait sans aucune précaution.

Mais peu à peu d'énormes progrès furent réalisés. On tria les grains de raisins malades ou avariés pour éviter qu'ils communiquent des altérations, on égrappa pour diminuer l'acidité des moûts, on foula avec des appareils mécaniques pour mieux crever les pellicules, on fit enfin usage de pressoirs perfectionnés tels que les pressoirs hydrauliques, les pressoirs électriques, les pressoirs continus, etc. !

Les moûts furent additionnés lorsque leur composition était anormale, de sucre, d'acide tartrique, d'acide sulfureux pour acquérir une constitution assurant mieux la conservation des vins produits, de levures sélectionnées donnant une fermentation plus rapide et plus régulière et de phosphate d'ammoniaque apportant à celles-ci la nourriture dont elles ont besoin.

Les méthodes d'ouillage, de soutirage et de collage furent instituées, pour réaliser le dépouillement et le vieillissement du vin sans l'exposer à des altérations.

Toute une science a été créée ainsi, celle de l'œnologie dans laquelle les principes et les appareils utilisés en France font aujourd'hui autorité sur le monde entier.

Digitized by Google

Le Climat du Pôle Sud (1)

PAR

J. ROUCH

Capitaine de frégate.

Bien que de très vastes espaces de l'Antarctique soient encore inconnus, les observations météorologiques faites par les diverses expéditions qui, depuis l'expédition de la *Belgica* (1898), se sont succédé à l'assaut du pôle Sud, permettent de se faire une idée assez exacte du climat qui règne dans ces parages.

Les régions les mieux connues, au point de vue météorologique, sont l'Antarctide américaine, au sud de l'Amérique du Sud, et le secteur de la mer de Ross. Ces deux régions présentent d'ailleurs des contrastes variés, qui permettent de mettre en vedette es caractères assez dissemblables des différents climats de l'Antarctique. La région de la mer de Ross est évidemment la plus intéressante, puisqu'elle se rapproche le plus du pôle, et dans ce tableau rapide du climat antarctique, c'est surtout à elle que nous nous reporterons. Les observations régulières de longue durée n'ont pas dépassé la latitude de 78° ; les renseignements que nous avons plus au sud ne sont dus qu'à des voyages rapides accomplis en été, surtout par Amundsen et par Scott, qui atteignirent tous les deux le pôle Sud pendant l'été de 1911-1912.

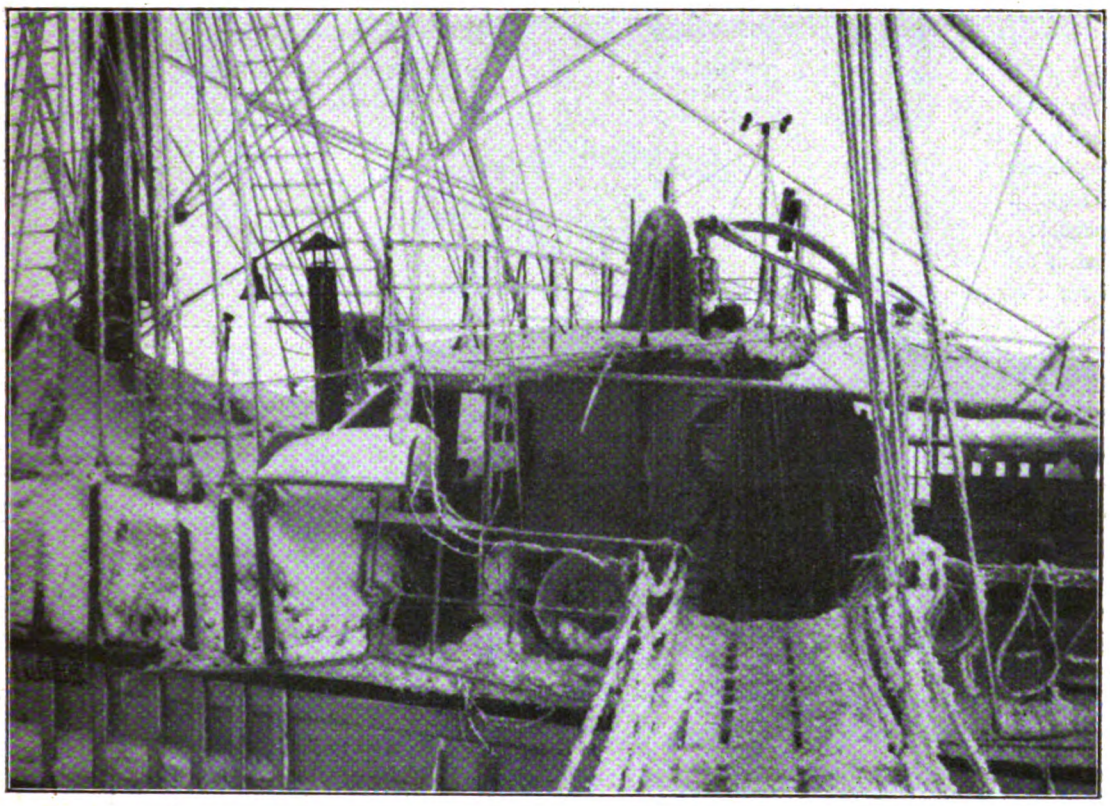


Fig. 1. — Les instruments d'observation météorologique installés à bord ; la girouette.

(1) Cet article est tiré en partie de l'ouvrage intitulé *Les Régions Polaires*, qui vient de paraître à la librairie Alcan (Nouvelle collection scientifique dirigée par Émile Borel). Voir aussi le chapitre : *The Meteorology of the american quadrant of the Antarctic*, que j'ai publié dans *Problems of Polar Research* (New-York 1928).

I. — Température.

ÉTÉ. — La température moyenne en janvier dans l'Antarctique est presque partout inférieure à zéro. Il n'y a pas d'été à proprement parler.

Dans la mer de Ross, par 78° de latitude, la température moyenne de janvier est de — 5°. Sur le bord

Digitized by Google

du continent antarctique à la latitude du cercle polaire, janvier a une température moyenne de 0° à — 1°. Exceptionnellement, la côte ouest de la terre de Graham, qui jouit d'un climat beaucoup plus doux, dû à la persistance des vents de nord-est qui y règnent, a une température moyenne de janvier supérieure à zéro, mais ne dépassant pas cependant + 1°.

Sur la Barrière de Ross, au sud du 80e degré, la température de janvier est de — 9°,5.

Sur le plateau polaire, la température moyenne de janvier, *réduite au niveau de la mer*, est de — 13°,7, la température réelle, à 3 000 mètres d'altitude, étant de — 28°,2, avec un maximum de — 19°,6 et un minimum de — 34°,3. Une vaste région de la terre (le plateau antarctique a une superficie analogue à celle de l'Australie) a donc une température d'été inférieure à — 20°.

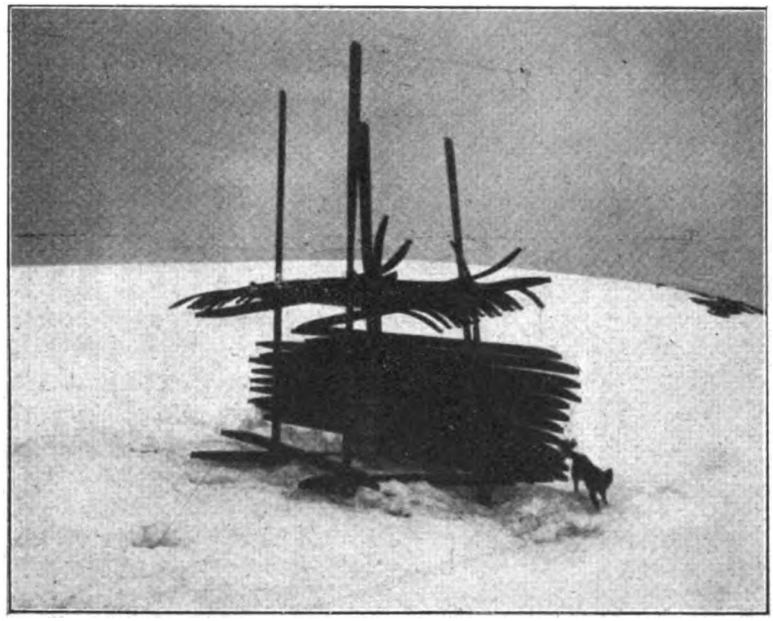


Fig. 2. — Installations des thermomètres en profondeur (dans la neige) à l'Ile Petermann.

Hiver. — En juillet, la température moyenne de l'air, sur les bords de la mer de Ross, est de — 26°, avec des températures inférieures à — 35° sur la Grande Barrière. Dans l'Antarctide américaine, les températures sont plus douces : à Petermann, sur la côte occidentale de la Terre de Graham, en 1909, la moyenne de juillet n'a pas atteint — 7°.

Le tableau suivant indique la fréquence des jours froids à Framhein, station d'hivernage d'Amundsen au nord de la Grande Barrière de Ross (auprès de la Terre Edouard-VII) et permet de se faire une idée juste de la rigueur du climat.

Au mois d'août, il n'y a eu que cinq jours pendant lesquels le thermomètre n'est pas descendu à — 40°. Le minimum de l'hiver a été de — 59°. Des températures de — 60° ont été observées en hiver sur la Grande Barrière.

Le plateau du pôle Sud n'a été parcouru qu'en été, et on ne sait pas jusqu'où descend le thermomètre en hiver.

Les observations que j'ai faites à Petermann, dans l'Antarctide américaine, font contraste, et montrent que le climat antarctique est loin d'être uniforme. Pendant l'année 1909, qui fut sans doute d'ailleurs exceptionnellement chaude, le thermomètre à Petermann est descendu 5 fois seulement au-dessous de — 20°, et 33 fois au-dessous de — 15°, avec un minimum absolu de — 23°,9, c'est-à-dire pas même le minimum de température de certaines villes de l'est de la France, ou de Paris. Chaque mois, à Petermann, nous avons observé des températures supérieures à 0°.

Comparaison des températures arctiques et antarctiques. — A latitude égale, les hivers sont à peu près aussi froids au voisinage du pôle Nord et au voisinage du pôle Sud. C'est ainsi que par 78° N. la température moyenne de janvier est, d'après Mohn, de — 30°,8, ce qui correspond à peu près à la moyenne des températures de juillet le long de la Barrière de Ross.

Mais les étés arctiques sont beaucoup plus chauds : dans le Nord, par 78°, juillet a une température moyenne de + 2°,5, tandis que janvier dans l'An-

Mois	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Nombre de jours où la température a été inférieure à — 40°.....	3	12	16	16	26	19	2
Nombre de jours où la température a été inférieure à — 50°.....		1	6	3	15	7	

Digitized by Google

tarctique, à la même latitude, a une température de — 5°. Par 88° N., la température de juillet est de — 0°,5 ; elle est de — 13°7 en janvier par 88°, S.

Les basses températures de l'été antarctique, comparées à celles de l'été arctique, ont été considérées pendant longtemps comme difficiles à expliquer. On sait que si l'atmosphère n'absorbait pas de chaleur, la quantité de chaleur solaire serait en été plus grande dans l'Antarctique que partout ailleurs, et, si la température dépendait seulement de l'insolation, on devrait observer en décembre, au voisinage du pôle Sud, les plus hautes températures (1).

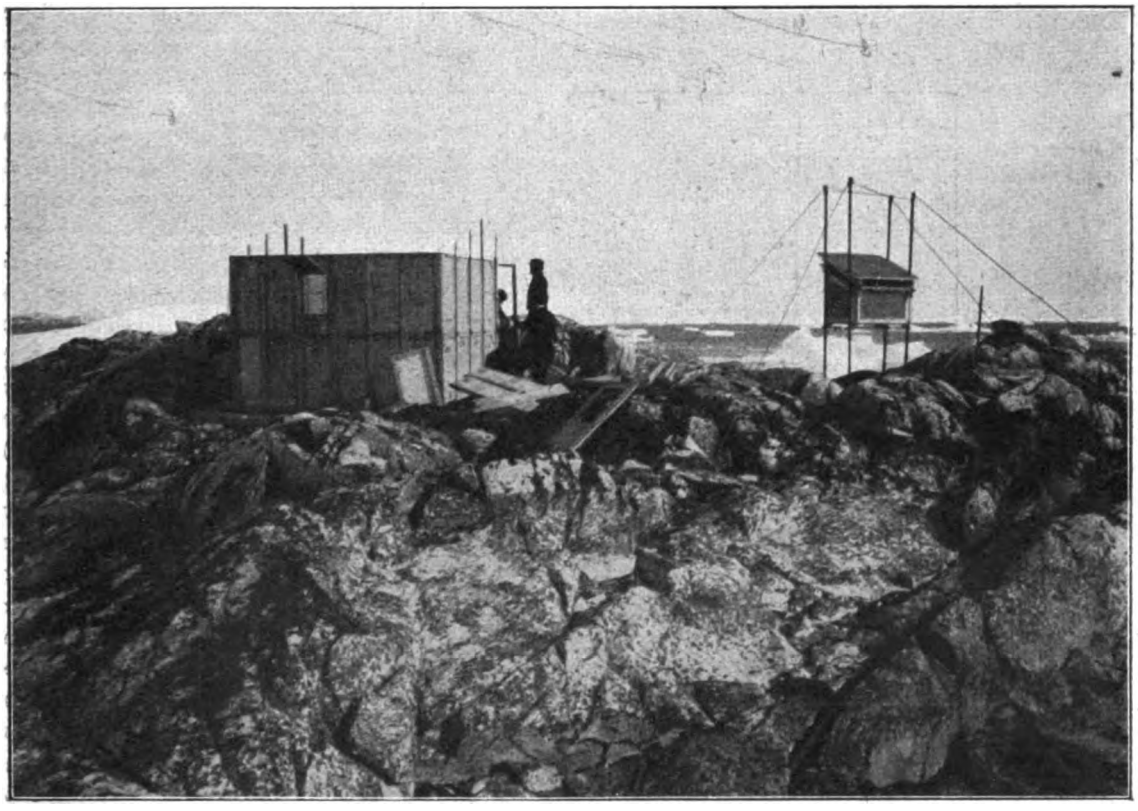


Fig. 3. — L'observatoire météorologique de la colline de Megalestris (Ile Petermann).

On comprend facilement cependant que la température de l'air ne dépasse pas zéro, car l'air s'échauffe surtout au voisinage du sol par contact, et comme le sol, dans l'Antarctique, est de la glace, la chaleur solaire ne peut élever la température de cette glace au-dessus du point de fusion. Mais pourquoi la température n'atteint-elle pas au moins zéro dans l'Antarctique, alors qu'au voisinage du pôle Nord, elle atteint 1° ou 2° au-dessus de zéro?

Les conditions topographiques expliquent cette différence. Dans l'Antarctique, toute la région comprise entre le cercle polaire et le pôle Sud est constituée par un ensemble de terres couvertes de neige ou de glace, entourées par un océan, dont la température en été dépasse à peine zéro. Au moment où le soleil reparaît sur l'horizon, après l'hiver, la température de l'air est très basse et la quantité de chaleur envoyée par le soleil, dont une partie importante est d'ailleurs absorbée par l'atmosphère, et une autre se perd par réflexion sur la neige, est tout juste suffisante pour élever la température de l'air jusqu'à — 5° au cours de l'été. Les vents ne peuvent pas élever cette température, car les vents du Nord sont généralement rares, et ils soufflent d'un océan froid. Dans les stations antarctiques où les vents du Nord sont très fréquents, comme c'est le cas pour les côtes occidentales de la terre de Graham, la température de l'air en été est très légèrement supérieure à zéro.

Dans le Nord, au contraire, la mer recouverte de glaces du pôle est entourée de terres dépourvues de neige en été, où la température est élevée. Les courants atmosphériques, qui passent alors sur ces terres, s'échauffent et peuvent transporter jusqu'au voisinage du pôle des masses d'air relativement chaudes. Ainsi s'expliquent les températures supé-

(1) Au solstice d'hiver (21 décembre), le soleil étant plus près de la terre, il tombe plus de chaleur en un point quelconque de l'hémisphère sud qu'il n'en arrive sur le point correspondant de l'hémisphère nord au solstice d'été.

Digitized by Google

rieures à zéro qu'on observe en été dans l'Océan Arctique, pourtant recouvert de glace.

VARIATION DIURNE DE LA TEMPÉRATURE. — La variation diurne de la température est partout très faible dans l'Antarctique. Elle est de 1° à 2° en moyenne, avec un maximum au printemps (novembre), qui n'atteint pas 3°. Sur la Barrière de Ross, la variation diurne est en été de 6°,5 : c'est la plus grande variation diurne mesurée dans l'Antarctique. La cause en est due probablement à la constitution de la Barrière en neige peu dense, par suite peu conductrice, et qui se refroidit énormément par rayonnement (1).

La densité de la neige permet aussi d'expliquer, au moins en partie, que la variation diurne de la température soit dans les régions polaires plus forte au printemps qu'en été. Au printemps, en effet, le sol est recouvert d'une neige épaisse tombée pendant l'hiver, et la densité de cette neige augmente peu à peu à mesure que l'insolation plus grande la fait fondre.

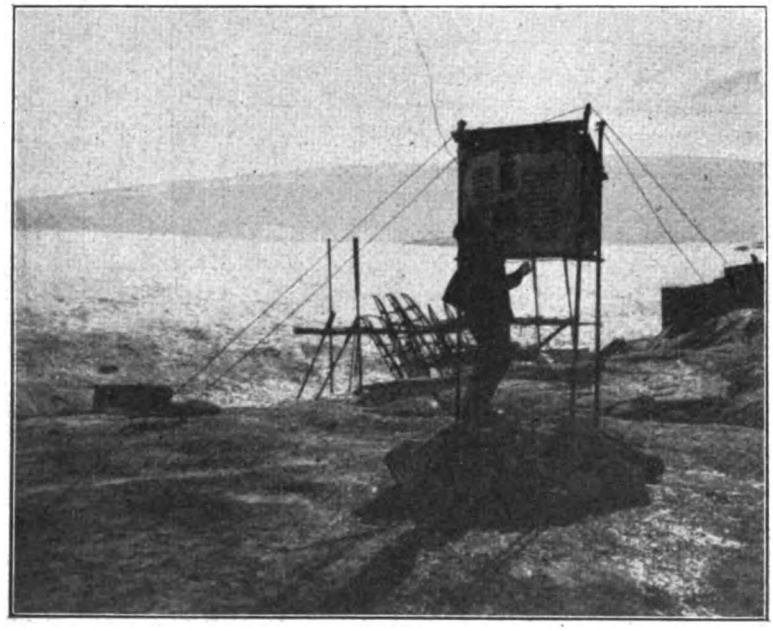


Fig. 4. — L'abri météorologique de l'Ile Petermann en été (1er mars 1909).

VARIATION DIURNE DE LA TEMPÉRATURE QUAND LE SOLEIL EST AU-DESSOUS DE L'HORIZON. — Quand le soleil est au-dessous de l'horizon (mai, juin, juillet), la variation diurne de la quantité de chaleur envoyée par le soleil est nulle, puisque cette quantité de chaleur est nulle à tout instant. On relève pourtant, dans les observations antarctiques, une variation diurne de 0°,1 à 0°,5, avec maximum de douze à dix-huit heures, lorsque le ciel est couvert.

Au contraire, par ciel clair, en hiver, la variation diurne présente un caractère fort curieux, que j'ai signalé pour mes propres observations, et que j'ai retrouvé dans les observations de toutes les expéditions antarctiques : pendant les heures qui correspondent à la nuit, la température est plus chaude que pendant les heures qui correspondent au jour. Cette variation diurne a été indiquée pour la première fois par Bravais, pour ses observations de Bossekop en Laponie en 1838-1839 ; on la retrouve dans les observations de Nansen à bord du *Fram*. Aucune explication satisfaisante n'a été proposée au sujet de cette onde calorifique nocturne, qui ne paraît pas dépendre de l'action directe des rayons solaires.

VARIABILITÉ DE LA TEMPÉRATURE. — Un des caractères les plus nets du climat de l'Antarctique, comme du climat arctique, est la variation extrêmement rapide de la température. La différence entre les températures moyennes de deux jours consécutifs dépasse parfois 20° ; elle est en moyenne de 5° en hiver, ce qui est un chiffre considérable (1).

INVERSION DE LA TEMPÉRATURE AVEC L'ALTITUDE. — Les inversions de la température avec l'altitude sont très fréquentes. A Petermann, nous avons souvent observé, par temps calme et ciel peu couvert, une inversion de température de 4° à 5° pour une différence de hauteur de 30 mètres seulement. Mohn signale, d'après les observations d'Amundsen pendant son raid au pôle Sud, que 47 fois sur 100 une augmentation de hauteur s'est accompagnée d'une augmentation de température. Simpson, qui a exécuté plusieurs sondages aérologiques par ballons-sondes, a montré que l'inversion est de règle, par temps calme, jusqu'à une altitude de 700 mètres environ (2).

II. — Pression barométrique.

La pression barométrique paraît présenter dans

(1) La conductibilité de la neige est 100 fois moins forte que celle de la glace.

(1) C'est le chiffre observé à Verkhoiansk, en Sibérie, la station continentale par excellence.

(2) Voir mon article *La Haute Atmosphère dans l'Antarctique* paru dans *la Météorologie* (juillet 1927).

Digitized by Google

la plupart des stations antarctiques une variation annuelle assez nette : elle est plus haute en été et en automne qu'en hiver et au printemps.

La variation diurne, qui est très faible, serait, dans plusieurs stations, une courbe à simple période avec minimum vers 11 heures et maximum vers 21 heures. C'est la variation normale observée en montagne, au mont Blanc par exemple.

Les variations accidentelles de la pression sont très importantes. Dans toutes les stations, on a observé des maxima qui ont dépassé 765 millimètres, et des minima inférieurs à 710 millimètres. A Petermann, le maximum absolu de l'année ($765^{mm},1$) et le minimum absolu ($705^{mm},1$) ont eu lieu à cinq jours d'intervalle ; dans ce court intervalle de temps, le baromètre a donc eu une chute de 60 millimètres. Aux Orcades, le 1r avril 1912, la pression barométrique est tombée à 698 millimètres.

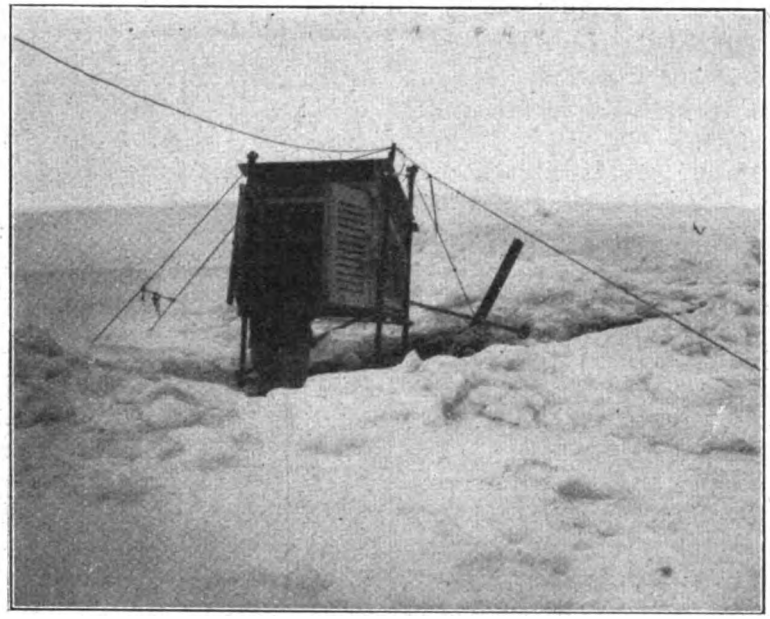


Fig. 5. — Le même abri au printemps (22 octobre 1909).

La différence de pression moyenne entre le minimum et le maximum de pression de chaque jour, ce qu'on appelle d'ordinaire l'amplitude diurne moyenne, est de 5 millimètres vers le 78e degré de latitude. Elle est plus grande vers le cercle polaire (Petermann, $7^{mm},1$).

Une chute brusque du baromètre est généralement, mais cependant pas toujours, accompagnée d'une hausse de température. Inversement, une augmentation de pression est corrélative d'une augmentation du froid.

Les coups de vent ne sont pas toujours accompagnés d'une baisse importante du baromètre.

Les observations simultanées faites en 1902-1903 en diverses régions de l'Antarctique et dans les régions voisines ont montré que les variations de pression barométrique sont de même signe à la fois dans la mer de Ross, dans l'Antarctide américaine et à la Terre Guillaume-II. Quand la pression est forte dans l'Antarctique, elle est basse par les latitudes voisines du 40e parallèle, et inversement. Le continent antarctique constitue un des grands centres d'action de l'atmosphère à la surface du globe. Les observations météorologiques polaires n'ont donc pas simplement un intérêt théorique indiscutable : au point de vue pratique, elles ont une importance particulière pour la prévision du temps dans les régions tempérées de l'hémisphère austral.

DISTRIBUTION DE LA PRESSION DANS L'ANTARCTIQUE. — Pendant longtemps, il fut admis en météorologie que la pression barométrique, à partir de l'anneau de hautes pressions qui entoure la terre à peu près à la latitude de 35° S, diminuait régulièrement jusqu'au pôle Sud. Cette opinion, qui a évidemment l'avantage de la simplicité, se retrouve dans des ouvrages récents. En d'autres termes, on admettait que la distribution de la pression autour du pôle Sud était très semblable à celle d'un cyclone ou d'une dépression, dont le centre était en permanence sur le pôle lui-même.

Suivant cette conception, les « braves vents d'Ouest » de l'Océan austral étaient des vents très réguliers, qui dépendaient naturellement de cette vaste dépression.

Or, les braves vents d'Ouest ne sont pas constants : depuis longtemps, les marins ont reconnu que leur direction change et il arrive même parfois qu'ils soient remplacés par des vents d'Est. En fait, dans l'Océan austral, les vents tournent et changent de direction, comme ils le font sous les autres latitudes tempérées.

D'autre part, les premiers navigateurs qui s'aventurèrent en été dans les latitudes élevées australes, reconnurent que les vents d'Est sont beaucoup plus fréquents que les vents d'Ouest au delà du cercle polaire. A ma connaissance, c'est Vincendon Dumoulin, l'ingénieur hydrographe de l'expédition Dumont d'Urville, qui attira le premier l'attention des savants sur l'importance, au point de vue de la

Digitized by Google

circulation atmosphérique générale, de ces vents d'Est persistants.

Enfin les expéditions antarctiques entreprises depuis une vingtaine d'années ont montré que la pression barométrique la plus basse s'observe vers la latitude de 60° S. et qu'au delà elle augmente, ou tout au moins ne diminue pas sensiblement.

On revisa alors les idées admises sur la distribution des pressions dans l'Antarctique : au cyclone, ayant le pôle Sud pour centre, on substitua un anticyclone. Entre les hautes pressions du 35e degré de latitude et celles du pôle, on marqua, vers le 60e degré, une zone de basses pressions, où circulent, presque sans interruption, des séries de dépressions. Les stations situées au nord de 60°, S. éprouvent au passage de ces dépressions des vents de nord-ouest à sud-ouest, celles situées au sud éprouvent des vents de nord-est à l'est.

Mais une conception aussi simple ne rend compte qu'imparfaitement des faits observés, et il a fallu la modifier en partie après les expéditions d'Amundsen et de Scott.

Simpson (1), météorologiste de l'expédition Scott, admet qu'il existe un anticyclone dans la région comprise entre la terre de Graham et la mer de Ross. Ce n'est pas une certitude, mais il est certain qu'au sud de la mer de Ross, sur la Barrière, au sud de la mer de Weddell, ainsi qu'au sud de la mer de Bellingshausen, la pression ne diminue plus à mesure qu'on se rapproche du pôle ; il y a même des indices d'augmentation.

Vers le 60e degré de latitude, un anneau de basses pressions fait le tour de la terre, et il s'étend assez loin vers le sud, dans la mer de Ross, et dans la mer de Weddell. Y a-t-il, au lieu d'un anneau de basses pressions, des centres de basses pressions nettement localisés? A peu près sûrement il existe un de ces centres dans la mer de Weddell, très probablement aussi dans la mer de Ross, et peut-être même à l'ouest de la terre de Graham, mais les observations ne sont pas assez nombreuses pour permettre de préciser davantage.

Simpson ne réduit pas au niveau de la mer la pression barométrique observée sur le plateau polaire — ce qui, dit-il, n'aurait pas une signification bien réelle, puisque toute cette vaste région est à une hauteur de plus de 2 000 mètres — et il préfère étudier la distribution de la pression barométrique à 3 000 mètres d'altitude dans toute l'Antarctique. A cette altitude, on a deux zones de basses pressions, l'une ayant son centre par 80° de latitude sud et 80° de longitude ouest, l'autre qui s'allonge, vers le 62e degré de latitude, entre les méridiens de 20° est et de 160° est. Sur le plateau polaire, la pression barométrique augmente à mesure qu'on avance vers l'intérieur du continent. Simpson situe le centre des hautes pressions à 3 000 mètres de hauteur par 78° sud et 100° est environ. Cette distribution des pressions à 3 000 mètres s'accorde avec les directions moyennes des vents à la même altitude, qui soufflent de l'ouest vers le cercle polaire, et qui, au voisinage du pôle, sont parallèles au méridien de 160° est (1).

Une des principales objections que l'on peut faire à l'anticyclone antarctique est la suivante : dans un anticyclone, l'air a un mouvement général descendant, qui a pour effet d'augmenter la température et de diminuer l'humidité. Par suite, sur les régions anticycloniques, l'évaporation est en général plus forte que les précipitations. Dans ces conditions, on ne s'explique pas les grandes masses de glace qui recouvrent l'Antarctique. Mais il n'y a pas que des mouvements descendants dans un anticyclone. L'influence du relief doit entrer en ligne de compte La rencontre de courants atmosphériques contraires ou même la rencontre d'un courant bien établi avec une masse atmosphérique stable, comme celle qui constitue un anticyclone, cause forcément des courants ascendants. Et comme les masses d'air, qui séjournent au voisinage du sol très refroidi par le rayonnement ont une température très basse, il suffit d'un courant ascendant assez faible pour les faire arriver au point de saturation.

Mohn, qui a étudié les observations faites par Amundsen, est d'un avis différent (2). D'après lui — et son autorité au point de vue météorologique est considérable — il existerait sur la Barrière de Ross, entre le 78e et le 82e degré de latitude, une augmentation de pression ; plus au sud, la pression, *réduite au niveau de la mer*, décroîtrait de nouveau, de façon à présenter un minimum prononcé au voisinage du pôle (720 millimètres environ).

Ainsi la distribution des pressions sur l'Antarctique reste controversée, et il faudra encore de nombreuses explorations pour arriver à résoudre complètement ce problème important au point de vue de la physique du globe.

III. — Les vents.

Les vents qui soufflent sur le bord du continent antarctique ont en moyenne une composante de l'est, comme nous l'avons dit plus haut. Ces vents

(1) *Expedition Scott* (1910-1913). *Meteorology*, vol. I, Discussion by G. C. Simpson. (Calcutta 1919.)

(1) Tous les vents observés au pôle Sud soufflent évidemment du Nord, et pour définir leur direction, il faut indiquer le méridien auquel ils sont parallèles.

(2) *Expédition Amundsen* (1911-1912). *Meteorology* by H. Mohn (Christiania 1915)

Digitized by Google

du secteur est sont non seulement dominants, mais ils sont aussi les plus forts.

La direction des vents est évidemment influencée par les conditions topographiques locales, mais, presque partout, ils soufflent plutôt du sud-est, sauf une exception très importante sur les côtes occidentales de l'Antarctide américaine, où les vents du nord-est sont très nettement dominants.

La vitesse du vent est généralement assez forte. La vitesse moyenne, pour toute l'année, est, d'ordinaire, supérieure à 4 mètres par seconde, avec des maxima atteignant 30 à 40 mètres. Les mois où l'on observe une vitesse moyenne de 7 mètres par seconde ne sont pas rares. La vitesse moyenne est d'ordinaire plus grande en hiver qu'en été. Les parages les plus tempétueux paraissent être ceux de la Terre Adélie, où la vitesse moyenne de l'année entière est de 23 mètres par seconde. C'est la région la plus venteuse du globe.

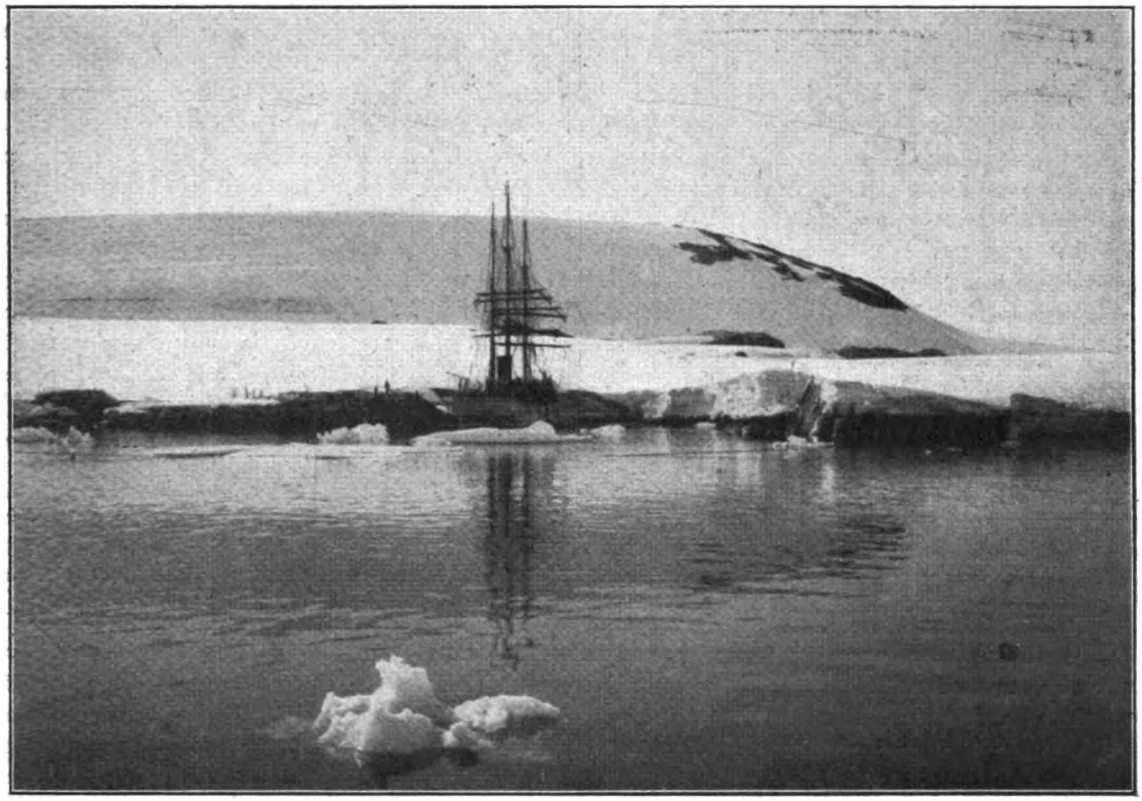


Fig. 6. — L'Ile Petermann vue du Chenal de Lemaire. Paysage d'été (8 février 1909).

Les calmes sont tout de même assez fréquents 20 p. 100 dans la mer de Ross, 28 p. 100 dans l'Antarctide américaine, et même 69 p. 100 au cap Adare, au nord de la Terre Victoria.

« La couche d'air froid, dit Simpson, qui se forme auprès du sol pendant les mois d'hiver, joue un rôle important au point de vue des vents. Quand une telle couche existe, le vent passe au-dessus d'elle sans l'entamer. Ce n'est que lorsque les courants supérieurs deviennent forts que cette couche d'air est chassée. C'est pourquoi l'hiver n'est qu'une succession de vents forts et de calmes. La température et le vent agissent mutuellement l'un sur l'autre. Si les tempêtes sont rares, la glace peut se former sur la mer et, au-dessus de la glace, se développe une couche d'air froid. Les vents modérés passent sur cette couche d'air froid sans la troubler, et la vitesse du vent au sol diminue de plus en plus. Mais si une tempête réussit à chasser cette couche d'air froid et à briser la glace de mer, aucun obstacle n'empêche alors les vents supérieurs de souffler jusqu'au sol et la vitesse du vent augmente de plus en plus. Ainsi de forts vents rendent les conditions favorables à la production des vents forts, tandis que les vents faibles produisent des conditions favorables aux calmes. »

C'est là un nouvel exemple de la loi générale de continuité en météorologie : la pluie engendre la pluie, la sécheresse engendre la sécheresse, etc.

VENT SUR LE PLATEAU POLAIRE. — Tous les explorateurs qui ont fait l'ascension du plateau antarctique ont observé un vent descendant du plateau vers la mer ou vers la Barrière de Ross.

Digitized by Google

Sur le plateau, la direction moyenne du vent est, en été, parallèle à la chaîne de montagnes qui en forme le rebord du côté de la mer de Ross, c'est-à-dire à peu près parallèle à la direction du 160e méridien est. Si l'on admet que le vent est parallèle aux isobares, nous avons vu que cette direction du vent à 3 000 mètres de hauteur serait commandée par un centre de hautes pressions ayant son centre sur le plateau, et des basses pressions au-dessus de la Barrière de Ross.

LES COUPS DE VENT. — Les tempêtes de neige, appelées *blizzards*, sont tellement fréquentes dans l'Antarctique qu'elles constituent le caractère dominant du climat.

Dans la région de la mer de Ross, ces coups de vent soufflent de l'est ou du sud-est. D'abord de légers cirrus apparaissent. Ils deviennent graduellement plus épais à mesure qu'ils s'abaissent, jusqu'à couvrir finalement tout le ciel d'un voile gris foncé. Il fait calme pendant un temps plus ou moins long, puis le vent se lève. L'arrivée du vent est généralement très brusque, et, en quelques minutes, au calme peut succéder un vent de 15 à 20 mètres par seconde. Sans cesse le vent chasse des nuages de neige. La neige se présente sous forme de grains excessivement fins, qui pénètrent à travers la moindre fissure d'une tente ou d'une cabane. L'air est plein de cette neige, si bien que la visibilité est extrêmement réduite, et, au plus fort du blizzard, on n'aperçoit pas une tente à quelques mètres. Non seulement la neige transportée par le vent — le *chasse-neige*, suivant l'expression consacrée — empêche de voir, mais tout homme qui lui est exposé devient, d'après Simpson, comme égaré (bewildered) et perd la faculté de penser clairement. Il serait donc complètement fou d'essayer de voyager dans un blizzard, même quand la température est relativement haute et que le vent est pour soi.

Ces caractères de blizzard fournissent une explication de la mort de Scott, de Wilson et de Bowers, à 20 kilomètres d'un dépôt de vivres. L'impossibilité de faire ces 20 kilomètres, au bout desquels était le salut, a beaucoup surpris les profanes, qui ne comprenaient pas qu'une aussi faible distance n'ait pas pu être franchie par des hommes qui venaient de parcourir plus de mille kilomètres.

Pendant un blizzard, le vent souffle par rafales, souvent plus violentes au moment où le blizzard tend vers sa fin. Le vent reste très constant en direction, et il tombe complètement sans changer de direction, ou bien on observe un changement très brusque, et sans transition, de 180°.

La durée d'un blizzard peut durer de quelques heures à plusieurs jours. Le plus long blizzard observé dans la mer de Ross dura presque sept jours, et pendant toute cette période la vitesse moyenne du vent dépassa 22 mètres à la seconde.

La température en hiver pendant les blizzards, qui soufflent cependant du pôle, est plus élevée que durant les calmes. L'explication la plus plausible de ce réchauffement, en apparence extraordinaire, est la suivante : par temps calme, comme nous l'avons indiqué, il se produit dans l'Antarctique une inversion de température. Entre le sol et 500 à 1 000 mètres, la température peut s'élever d'une dizaine de degrés. Tout vent qui souffle a pour effet d'élever la température au voisinage du sol, en mélangeant la couche d'air inférieure froide à la couche supérieure relativement chaude. Plus le vent est fort, plus il mélange les couches supérieures aux couches inférieures, et plus la température est élevée.

Le tableau suivant, dressé par Simpson, met ces faits en évidence :

	Calme	Vent du nord	Vent du sud Vitesse inférieure à 14 mètres.	Vent du sud Vitesse supérieure à 15 mètres.
Température moyenne..	— 31°,5	— 22°,7	— 24°,7	— 20°,2

Dans les autres régions de l'Antarctique, les blizzards présentent des caractères analogues, avec des variations locales de fréquence. Ils sont moins nombreux du côté de la Terre Edouard-VII ; ils sont très violents vers la Terre Adélie. Dans cette région, l'air, refroidi sur les hauts plateaux de l'Antarctique, se précipite en véritables cascades atmosphériques d'une extraordinaire violence : pendant un mois, la vitesse moyenne du vent n'a pas été inférieure à 51 mètres par seconde, avec des rafales atteignant une vélocité de 89 mètres par seconde.

Sur la côte occidentale de l'Antarctide américaine, les blizzards soufflent du nord-est et présentent les caractères suivants. La baisse du baromètre précède en général le coup de vent, mais de très peu. Le ciel se couvre dans la partie nord, et devient terne et sombre. Le coup de vent commence alors du nord-est presque aussitôt ; mais, parfois, on ne ressent le vent au sol que quelques heures après que le chasse-neige a commencé à écheveler les sommets des montagnes, et au large, à quelques milles, à estomper les icebergs, comme si la dépression avait difficulté à vaincre un obstacle qui cède peu à peu. Le vent est tout de suite très fort. La brume est épaisse. Parfois, avec une limite

Digitized by Google

très nette, les nuages s'arrêtent dans le sud.

Plusieurs heures avant la baisse barométrique, le thermomètre est monté jusqu'aux environs du zéro. C'est un fait remarquable que la température soit toujours la même, à quelques degrés près, pendant les coups de vent, quelle que soit la température des jours précédents. Il n'est pas rare que, dès que le vent souffle, le thermomètre monte, même en hiver, au-dessus de zéro.

L'hygromètre est bas et l'évaporation intense, au point de faire saillir, en quelques heures, des pointes de rochers enfouis sous le neige. Le vent est très fort pendant toute la baisse du baromètre et atteint son maximum en général un peu avant le minimum barométrique, en soufflant alors le plus souvent de l'est-nord-est.

Le baromètre s'arrête brusquement dans sa baisse rapide, mais ne remonte pas aussitôt. Il fait presque toujours un gradin horizontal, pendant lequel le vent ne tourne pas encore, ou hâle à peine le nord-nord-est. La fixité absolue du vent pendant la baisse est remarquable. Au bout de quelques heures, le baromètre remonte brusquement, le vent passe rapidement au sud-ouest, en mollissant presque aussitôt, ou en donnant, pendant une ou deux heures, de fortes rafales qui font faire à la girouette tout le tour de l'horizon, et qui sont séparées entre elles par plusieurs minutes d'accalmie. La neige, qui a pu ne pas tomber pendant la baisse barométrique, tombe alors avec une forte intensité.

Le thermomètre a une marche inverse de celle du baromètre. S'il reste haut, tandis que le vent mollit sans tourner nettement vers l'ouest, une nouvelle dépression arrive. Fréquemment plusieurs dépressions se succèdent ainsi, sans interruption et sans une heure de beau temps. Dans ces conditions, le vent reste au nord-est, même quand le baromètre remonte. Un violent chasse-neige accompagne en général tout le coup de vent ; la neige en poudre entre partout, fait de longues crêtes sous le vent des rochers et couvre parfois la terre et la banquise de grandes ondulations (*sastrugi*).

Fig. 7. — Ile Petermann. Même vue, paysage d'hiver (2 juin 1909).

Ces coups de vent de l'Antarctique accompagnent vraisemblablement des dépressions barométriques qui cheminent de l'ouest à l'est. Nous avons pu tracer les trajectoires de plusieurs de ces dépressions entre la Terre-de-Graham et les Orcades, d'après les observations faites simultanément à l'île Petermann, au sud de l'Amérique, à la Géorgie et aux Orcades. Mais la fixité de la direction du vent, quels

Digitized by Google

que soient les mouvements du baromètre, est parfois assez difficile à expliquer, en supposant l'existence de dépressions habituelles. Simpson pense que des ondes barométriques se superposent à la distribution normale des pressions et créent ainsi des gradients barométriques accusés, qui rendent compte des vents observés. Les coups de vent d'ailleurs n'affectent souvent que des étendues très restreintes, et il fait calme et beau à quelques dizaines de kilomètres seulement des points éprouvés au même instant par de violentes tempêtes.

IV. — La nébulosité.

Vers le cercle polaire antarctique, il existe une zone de très forte nébulosité, avec une moyenne supérieure à 8. Le plus souvent, le ciel est couvert d'un voile gris uniforme de stratus et de nimbus, tangent généralement aux sommets des montagnes qui bordent le continent antarctique, c'est-à-dire haut de 1 500 à 2 000 mètres, et parfois assez peu épais pour laisser deviner le soleil et la lune. La forme cumulus est assez rare.

Fig. 8. — Un sondage aérien à l'Ile Petermann. Le départ du ballon-sonde.

A Petermann, par exemple, 64 jours sur 100, le ciel a été complètement couvert et 5 fois sur 100, le ciel a été clair. La plus longue période sans nuages a embrassé vingt-huit heures, la plus longue période de ciel couvert comprend cinq jours et quatorze heures. Le brouillard a été observé 68 jours sur 100. La nébulosité est plus faible en hiver et en été, et plus grande au printemps et en automne.

A mesure qu'on se rapproche du pôle, la nébulosité diminue. C'est ainsi que, dans la partie méridionale de la mer de Ross, par 78° de latitude, la nébulosité moyenne est de 6. 50 jours sur 100 ont un ciel couvert et 23 jours sur 100 un ciel clair. Le brouillard est rare et ne s'observe que quand la mer est libre sur le bord de la Barrière de Ross.

V. — Précipitations.

La pluie est à peu près inconnue dans la plupart des régions de l'Antarctique, à l'exception cependant de la côte occidentale de l'Antarctide américaine, où l'on observe environ 20 jours de pluie sur 100.

Mais la neige est très fréquente, 70 jours sur 100 aux environs du cercle polaire, 50 jours sur 100 dans la mer de Ross. Sur le plateau polaire, Amundsen et Scott, pendant leur raid jusqu'au pôle, ont observé de la neige environ un jour sur deux.

La neige est rarement en flocons, mais le plus souvent en poudre fine, ou en petits grains de grésil. Les grêlons ne dépassent jamais 2 millimètres de diamètre. Le verglas, assez rare, est toujours de la pluie en surfusion. Le givre, assez fréquent par beau temps, couvre tous les objets du côté du vent de longues paillettes de glace, qui, en quelques heures, forment une couche de plusieurs centimètres.

La quantité d'eau tombée au cours d'une année, principalement sous forme de neige, est difficile à évaluer. D'après plusieurs mesures assez concordantes, on peut l'estimer à 250 millimètres.

VI. — Variation du climat antarctique.

Les fossiles découverts tant dans l'Antarctide américaine que dans la terre Victoria ont montré que le climat antarctique a changé au cours des âges géologiques, comme a changé le climat arctique. A l'heure présente, les terres voisines du pôle Sud sont inhabitables pour les plantes et les animaux terrestres, mais ces terres ont été autrefois recouvertes de forêts de hêtres et d'arbres divers analogues à ceux que l'on trouve aujourd'hui en Amérique du Sud.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

A. MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

La question du logement

De tous les États européens, la France est, il faut le reconnaître, à peu près le seul qui, en dehors des régions dévastées dont la reconstruction nous fait honneur, n'ait rien tenté pour pallier la crise du logement. En Angleterre, en Allemagne, des interventions énergiques de l'État ont permis d'aménager au moins un million de logements. En France, tout notre effort, à cet égard, consiste à combiner des dispositions législatives plus ou moins ingénieuses destinées à entretenir la patience des intéressés et, pour ainsi dire, à tromper leur faim.

Il est certain que, réduite à ses seules forces, l'initiative privée est impuissante non seulement à résoudre le problème, mais à améliorer sensiblement la situation. Le régime actuel arrête certainement la construction en ne permettant pas aux constructeurs d'immeubles de retirer un profit normal de leurs sacrifices. Et, d'autre part, le retour au droit commun demeure impossible tant que le nombre des logements ne suffit pas aux besoins de la population. Un seul moyen s'offre à l'État français de sortir de ce cercle vicieux, c'est de pratiquer une large politique de subventions, de permis, d'exemptions d'impôts aux constructions neuves. Des efforts intéressants ont été tentés par des municipalités, mais le problème est d'une plus large envergure et c'est à l'État qu'il appartient de l'aborder.

Certains ont préconisé l'affectation du capital des caisses de retraites à des subventions ou avances aux constructeurs ; mais, pour remplir leurs engagements à l'égard de leurs assurés, les caisses de retraites ont besoin de placements avantageux, or, pour être efficaces, les avances à la construction doivent être consenties à un taux réduit.

Les formes de l'intervention de l'État peuvent être multiples : il peut soit prêter directement à un faible taux, soit prendre à sa charge la différence entre le taux normal et le taux réduit que des sociétés de crédit pourraient consentir aux constructeurs. Sans doute, la baisse actuelle du taux de l'intérêt ne peut que favoriser ce mouvement, mais avant qu'elle produise des résultats appréciables, bien du temps est nécessaire et les besoins de logements sont urgents.

Mais d'où pourront venir, à l'État, parmi les difficultés budgétaires d'aujourd'hui et surtout de demain, les ressources suffisantes pour mener à bien une semblable entreprise? On a envisagé diverses solutions, parmi lesquelles un prélèvement éventuel sur l'augmentation des loyers qui ne peut manquer de se produire. D'autre part, la taxe sur la première mutation constitue un obstacle certain à la circulation des biens ; malgré les dénégations solennelles qui ont été formulées à cet égard, elle est dans une large mesure responsable de la crise actuelle des transactions immobilières. La suppression immédiate ou par paliers s'impose.

En outre, il conviendra de ne pas abandonner au hasard les constructions futures. L'absence d'un plan d'ensemble qui se fait déjà cruellement sentir dans la banlieue parisienne risquerait, si elle se prolongeait, de déconsidérer et de compromettre l'œuvre de reconstruction nécessaire. La loi récente sur les lotissements est à la fois un signe de la nécessité d'une réaction et la conséquence de fâcheuses improvisations. C'est un premier pas dans une voie où il convient de s'engager avec méthode si l'on veut que les sacrifices qui s'imposeront soient vraiment efficaces.

Les valeurs mobilières et l'impôt.

Le prélèvement opéré par l'État sur le coupon des valeurs mobilières, lit-on dans le *Bilan économique de la France et de l'étranger*, atteint des chiffres fantastiques. Certains actionnaires paient cette année un impôt supérieur au dividende qui leur est alloué. Les plus favorisés abandonnent de 35 à 40 p. 100. Pour les autres, c'est l'expropriation. La Thomson-Houston, par exemple, pour un dividende de 20 francs, ne verse que 1 fr. 25 à ses actionnaires au porteur. Le Nickel, pour 45 francs de dividende, donne 1 franc ; Bou-Thaleb, pour 17 fr. 10, donne 0 fr. 77 ; les porteurs d'obligations de la Ville de Paris 1865, 4 p. 100, abandonnent 43 fr. 50 p. 100 et ceux du Crédit foncier communales 1879, 47 p. 100. De pareilles amputations auxquelles s'ajoute, dans la suite, l'impôt sur le revenu ne peuvent que ruiner l'esprit d'épargne. »

C'est ce que le ministre des Finances lui-même

Digitized by Google

reconnaissait dans une réponse écrite à une question posée par M. Blum, député (*Off.* du 29 janvier 1927, p. 84) et le rapport du Comité des experts déclare en termes mesurés mais d'une extrême fermeté : « Les valeurs mobilières françaises supportent une série de taxes dont les taux ont été constamment relevés et dont le cumul représente aujourd'hui des prélèvements tellement exorbitants que l'épargne se trouve découragée. Il convient au plus tôt de procéder à la refonte d'un régime dont les excès aboutissent à favoriser la spéculation au détriment de l'esprit d'épargne. »

Les causes de cet état de choses sont multiples ; elles peuvent être rattachées à la majoration continue des tarifs, au bouleversement apporté dans les relations des sociétés et des épargnants, notamment par la loi du 30 juin 1923, qui interdit aux sociétés, sous des peines correctionnelles, de renoncer pour le droit de transmission à leur recours contre les porteurs de titres. L'instabilité monétaire qui a gonflé artificiellement certains cours aboutit parfois à élever d'une façon nettement exagérée la base de la taxe.

A une époque, on a pu justement penser que le titre au porteur constituait un instrument commode, presque classique, de fraude ; on a assuré qu'il se jouait de l'impôt général sur le revenu et passait à travers les taxes successorales. Aujourd'hui, bien des fissures ont été bouchées : toutes les banques, les archives de toutes les entreprises concédées ou contrôlées par l'État ou les administrations, les écritures de tout commerçant faisant un chiffre d'affaires supérieur à 50 000 francs, s'ouvrent devant les agents du fisc (enregistrement et contributions directes réunies). Les coffres-forts dont les locataires sont décédés ne sont accessibles qu'à un notaire après invitation à un agent du fisc de coopérer à la vérification. Les présomptions légales, les contrôles se sont multipliés si bien qu'aujourd'hui la fraude fiscale se trouve nettement enrayée. Il serait manifestement abusif de maintenir à l'encontre des titres au porteur un ostracisme fiscal désormais injustifié, surtout quand il se traduit en fait par une quasi-expropriation.

Il est excellent de défendre les intérêts généraux du budget national, mais tout de même il ne faudrait pas empêcher de vivre les modestes actionnaires français.

NOTE DE LA RÉDACTION

Les remarquables photographies qui accompagnent l'article de M. le Commandant ROUCH *sur* Le Climat du Pôle Sud, *nous ont été obligeamment communiquées par M.* Ed. GAIN, *auquel nous adressons tous nos remerciements.*

Digitized by Google

Les Essais mécaniques des Métaux (I)

PAR

M. J. LAISSUS

Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, Docteur ès sciences.

Les progrès réalisés par toutes les branches de l'industrie depuis le début de ce siècle sont dus à l'abandon des procédés empiriques basés uniquement sur une pratique plus ou moins éclairée, souvent même sur « la routine ». A l'heure actuelle le laboratoire doit non seulement servir à contrôler jour par jour la marche d'une fabrication, mais encore présider à tout nouveau développement. La métallurgie est, sans contredit, la spécialité qui s'est le plus transformée grâce à l'emploi de méthodes rationnelles, et cela à tel point qu'elle est considérée aujourd'hui comme unevéritable science.

Nous entretiendrons, présentement, nos lecteurs, des essais mécaniques des métaux, c'est-à-dire de l'ensemble des procédés qui servent à déterminer les caractéristiques mécaniques des différents produits métallurgiques. La connaissance exacte de ces caractéristiques est d'une importance capitale en construction métallique.

Nous passerons rapidement en revue ces différents essais, à savoir :

1° Essais de traction ;
2° Essais de dureté ;
3° Essais de choc ;
4° Essais divers.

et nous signalerons, tout particulièrement, les perfectionnements apportés tout récemment à quelques-uns de ces procédés.

Nous tenons à remercier bien sincèrement M. Cellerier, directeur du laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, qui a bien voulu nous confier plusieurs photographies de machines utilisées dans ses services.

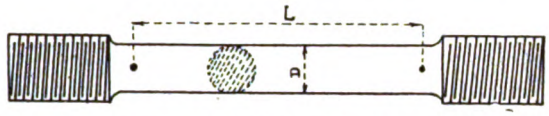


Fig. 1. — Eprouvette à bouts filetés pour essais de traction. Diamètre 13,8 millimètres ; section (figurée en traits interrompus) 150 millimètres carrés. Longueur L 100 millimètres.

I. — *Essais de traction.*

Le produit métallurgique que l'on veut soumettre à la traction est façonné sous forme d'une « éprouvette » cylindrique, plate, etc., suivant les cas. Elle porte à chacune de ses extrémités une « tête », ou partie renforcée servant à la fixer dans les mordaches de la machine à essayer (fig. 1, 3).

L'essai consiste à soumettre cette éprouvette à un effort de traction statique et croissant, effort qui entraîne la rupture.

Si nous considérons le phénomène de traction dans toute sa généralité nous pouvons dire qu'il peut être résumé par un diagramme où les charges constituant l'effort de traction figurent en ordonnées, et les allongements pris par l'éprouvette en abscisses (fig. 4).

Nous considérerons quatre phases principales (Voir fig. 2 et 4).

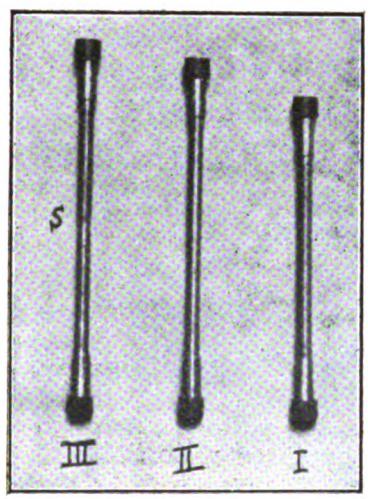


Fig. 2. — Eprouvette de traction avant et pendant l'essai. I, éprouvette avant essai ; II, éprouvette ayant subi une déformation permanente ; III, éprouvette « strictionnée » en S, prête à se rompre.

a. PHASE DE DÉFORMATION ÉLASTIQUE. — Sous l'action de l'effort de traction ou *charge*, l'éprouvette s'allonge un peu (*oe*) ; mais si l'on supprime la charge l'éprouvette revient à sa longueur primitive. Les allongements sont dits, pour cette raison, « allongements élastiques » et sont dans ce cas proportionnels aux charges, c'est pourquoi la partie OE du diagramme représentant cette phase est une droite.

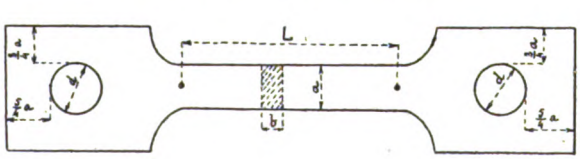


Fig. 3. — Eprouvette pour essais de traction pour échantillons plats (section rectangulaire).

b. PHASE DE DÉFORMATION PERMANENTE. — Si la charge continue à croître, les allongements pris par l'éprouvette deviennent beaucoup plus importants (*er*) mais ils ne sont plus propor-

Digitized by Google

tionnels aux efforts (ER). Si la charge est supprimée l'éprouvette ne revient plus à sa longueur primitive. Il y a permanence de la déformation, d'où le nom d' « allongements permanents » donné aux allongements pris par l'éprouvette au cours de cette phase (Voir fig. 2, éprouvette II).

c. PHASE DE STRICTION. — L'effort, augmentant d'une façon continue, produit un phénomène spécial appelé « striction ». Il se traduit par une diminution de la section en un point de l'éprouvette : il se forme une sorte de fuseau, qui, dès son apparition, correspond à un abaissement de la charge (Voir fig. 2, éprouvette III). Cette période s'accuse nettement sur le diagramme (fig. 4) par la branche de courbe descendante RS.

d. PHASE DE RUPTURE. — L'éprouvette se rompt, et la charge devient nulle.

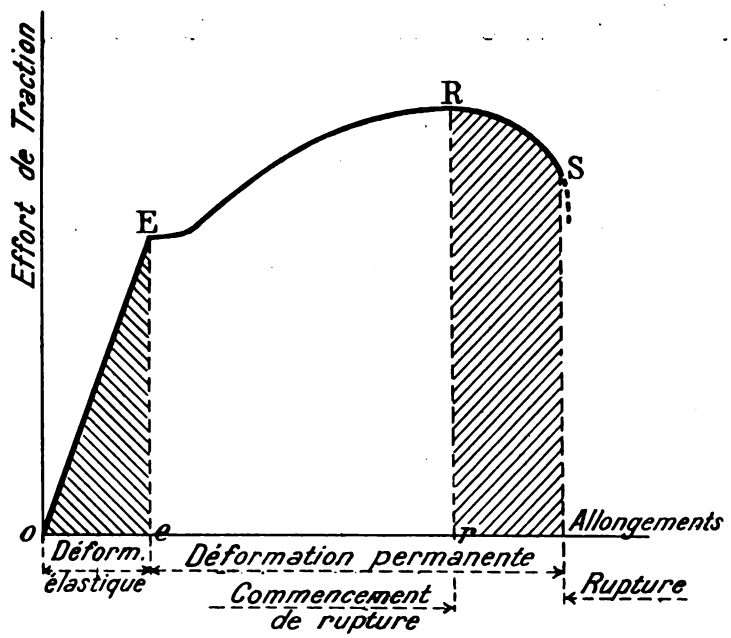


Fig. 4. — Diagramme de traction.

De cet essai on peut définir les caractéristiques suivantes, qui sont essentielles à connaître pour la construction mécanique :

1° La *charge de rupture à la traction*, c'est-à-dire la charge maximum que peut supporter le métal, par millimètre carré de section, sans se rompre.

2° La ***limite élastique à la traction***, c'est-à-dire la charge maximum que peut supporter le métal par millimètre carré de section, sans subir d'allongements permanents.

3° Les *allongements totaux pour* 100, c'est-à-dire les allongements pris par l'éprouvette après rupture et rapportés à 100.

4° La *striction*, c'est-à-dire la réduction de section de l'éprouvette rapportée à 100.

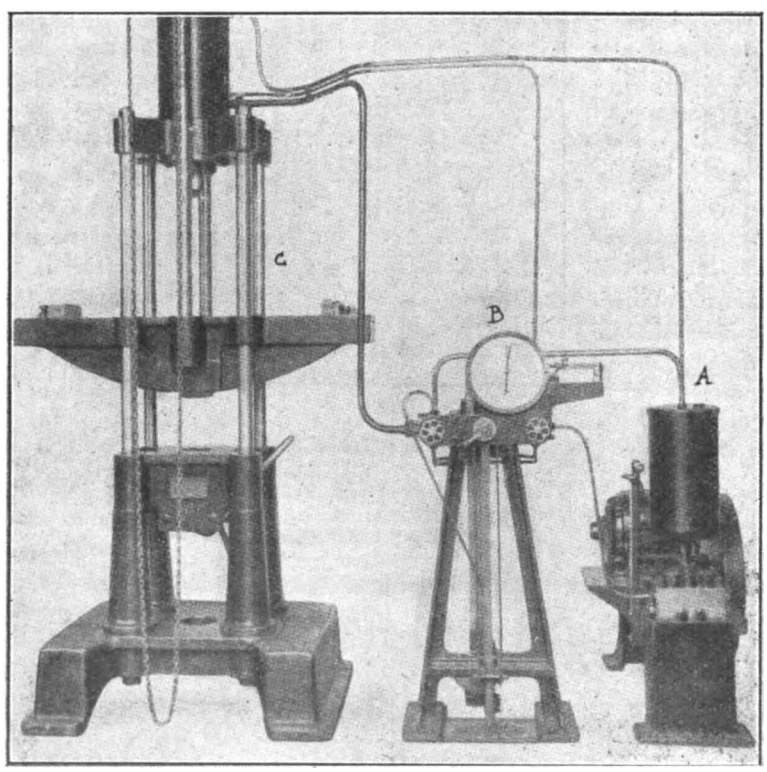


Fig. 5. — Machine de traction « Amsler Laffont » d'une puissance de 50 tonnes. A, moteur et pompe à huile ; B, appareil enregistreur ; C, machine proprement dite.

Nous donnons ci-après en un tableau quelques résultats numériques pour les métaux les plus employés (voir page 340).

***

Les machines qui servent à exécuter l'essai de traction en vue de déterminer les coefficients que nous venons de définir, comprennent les organes suivants :

1° Une mâchoire fixe dans laquelle on assujettit une des têtes de l'éprouvette.

2° Une mâchoire mobile dans laquelle est placée

Digitized by Google

l'autre tête de l'éprouvette, mâchoire qui reçoit l'effort de traction ;

3° Un mécanisme engendrant l'effort nécessaire à l'essai ;

4° Un appareil enregistreur destiné à caractériser chaque essai soit par un diagramme du type représenté figure 4, soit plus simplement en donnant la valeur de la charge à chaque instant.

Nous n'insisterons pas sur les détails de construction des appareils de traction. Les dispositifs sont nombreux et sont adaptés à chaque genre d'éprouvette que l'on veut essayer, ainsi qu'aux pièces et organes que l'on soumet tels quels à la traction : câbles, chaînes, crochets, barres, fils, etc.

A titre documentaire, nous indiquons ci-après quelques-uns des types de machines les plus employés dans l'industrie.

La machine Amsler Laffont (fig. 5), où l'effort est produit par un piston à pression d'huile, est un type très moderne permettant d'exécuter des essais d'une grande précision. Elle comporte un enregistreur très ingénieusement combiné consistant en un dynamomètre à pression marchant en dérivation sur le cylindre principal produisant l'effort.

Dans la machine Falcot l'organe produisant l'effort est constitué par un écrou, entraîné par un système de pignons et d'engrenages mû à la main ou à moteur, déplaçant une vis qui transmet la charge à l'éprouvette. L'appareil enregistreur est constitué par une balance romaine dont il suffit de déplacer le contrepoids pour connaître la valeur de l'effort à chaque instant de l'essai.

La machine Trévoux possède une disposition mécanique analogue à la machine Falcot.

La machine Buckton (fig. 6 et 7), utilisée au laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, est un des types les plus puissants. Elle est capable de produire un effort de 300 tonnes, effort fourni par un accumulateur hydraulique. Le système enregistreur est constitué par une balance romaine dont le contre-poids équilibre la charge au cours de l'essai.

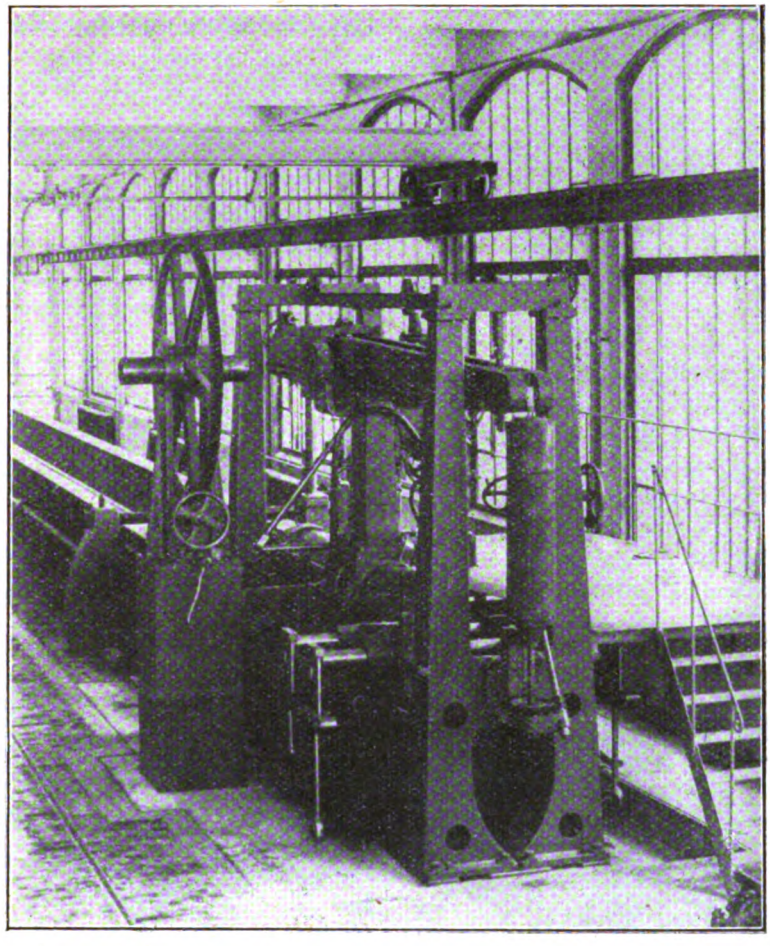


Fig. 6. — Machine horizontale de traction « Buckton » d'une puissance de 300 tonnes utilisée au laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers. Vue de la plate-forme de commande et de l'appareil enregistreur.

Cet appareil, qui comporte un banc horizontal de 25 mètres de long, permet l'essai de pièces très importantes : chaînes de navires, crochets d'attelages, câbles de mines (fig. 8), etc.

Parmi les autres modèles de machines servant à exécuter l'essai de traction, il faut encore citer le dynamomètre « Chèvefy » (fig. 9), machine de faible puissance (100 à 500 kilogrammes) fonctionnant à la main, où la charge est produite par un levier muni d'un contrepoids variable ; elle sert à exécuter des essais sur des fils, des feuillards de faible épaisseur, etc. M. Guillery vient de mettre au point un dispositif qui se monte sur la machine à essayer les métaux en feuilles à l'emboutissage qu'il a également inventée, dispositif qui permet d'opérer des essais de traction sous une puissance de 11 à 12 tonnes (fig. 10). Ce très ingénieux appareil a le gros avantage d'être fort peu encombrant, car l'ensemble a pour dimensions approximatives $0^m,55$ de long et de large et 1 mètre de hauteur.

Digitized by Google

Le tableau ci-après indique la moyenne des valeurs des constantes déterminées par l'essai de traction pour quelques produits métallurgiques.

PRODUITS MÉTALLURGIQUES	LIMITE ÉLASTIQUE	CHARGE DE RUPTURE	ALLONGEMENTS
	kg.-mm²	kg.-mm²	p. 100
Plomb	»	3	»
Aluminium	»	10	30
Cuivre	»	22	50
Fer électrolytique	»	30	40
Acier doux	24-28	38-45	25-28
Acier dur	38-45	65-75	14-18
Aciers spéciaux trempés	140-150	170-180	6-10
Corde à piano (acier très écroui)	200-250	200-250	»

L'aperçu sommaire que nous venons de donner de l'essai de traction ainsi que la description des quelques appareils utilisés, permet de se rendre compte que cet essai n'est pas toujours possible. Il nécessite, en effet, l'installation d'appareils dont le prix est très élevé et qui pour cette raison ne se trouvent que dans les laboratoires d'usines importantes. De plus, l'essai de traction présente en lui-même les inconvénients suivants :

1° Il est coûteux, car la préparation des éprouvettes exige un usinage relativement long et nécessite une assez grande quantité de métal.

2° Il rend inutilisables les pièces usinées qui sont essayées.

3° Il est long et donne des résultats douteux pour les métaux présentant de faibles allongements.

Par contre, les résultats numériques fournis par l'essai de traction constituent des données indispensables aux calculs de résistance des matériaux.

II. — *Essais de dureté.*

La dureté est une propriété très difficile à définir ; en général on la considère comme étant la résistance à la pénétration. Osmond précisait en disant que « la dureté est la résistance aux déformations permanentes ».

L'essai de dureté sur produits métallurgiques est opéré de bien des façons. Nous allons passer en revue très rapidement les principales méthodes et donner une courte appréciation de chacune d'elles.

1° MÉTHODE SCLÉROSCOPIQUE. — Cette méthode caractérise la dureté par la hauteur de rebondissement d'une petite masse, terminée soit par une pointe de diamant, soit par un cône d'acier légère-

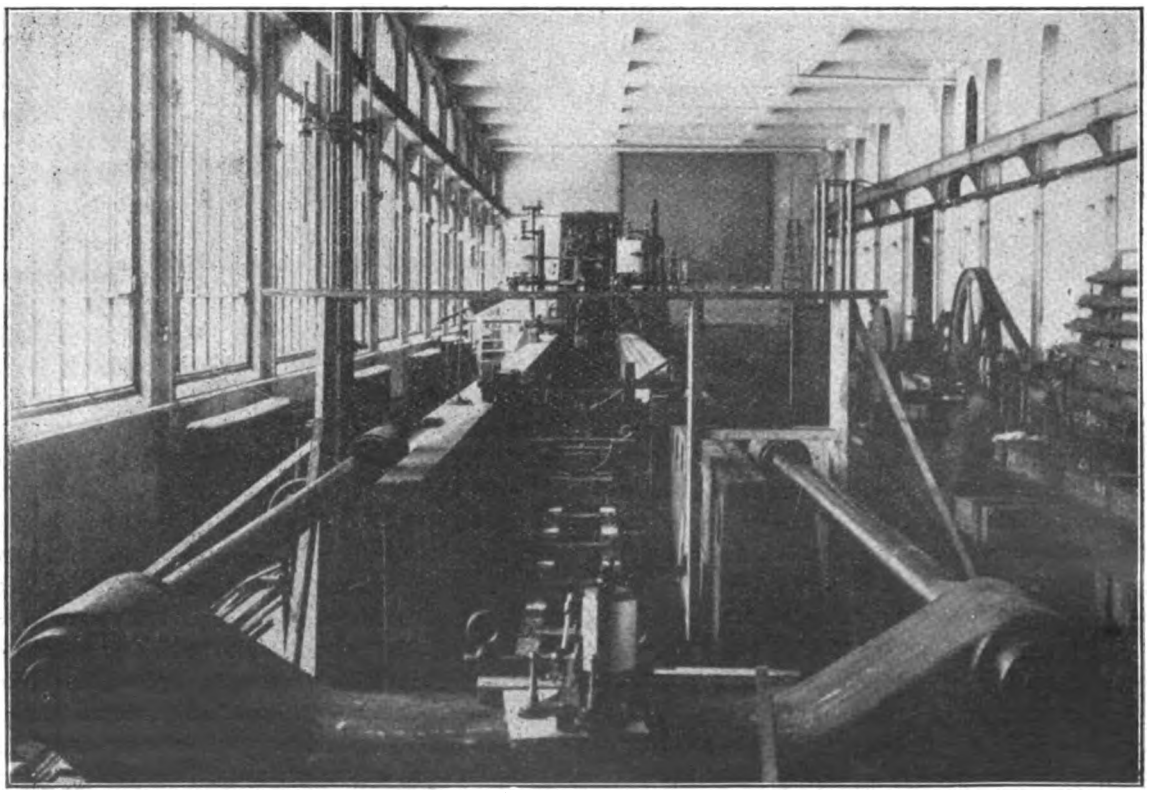


Fig. 7. — Machine « Buckton ». Vue du banc horizontal, qui a 25 mètres de longueur (Conservatoire national des Arts et Métiers).

Digitized by Google

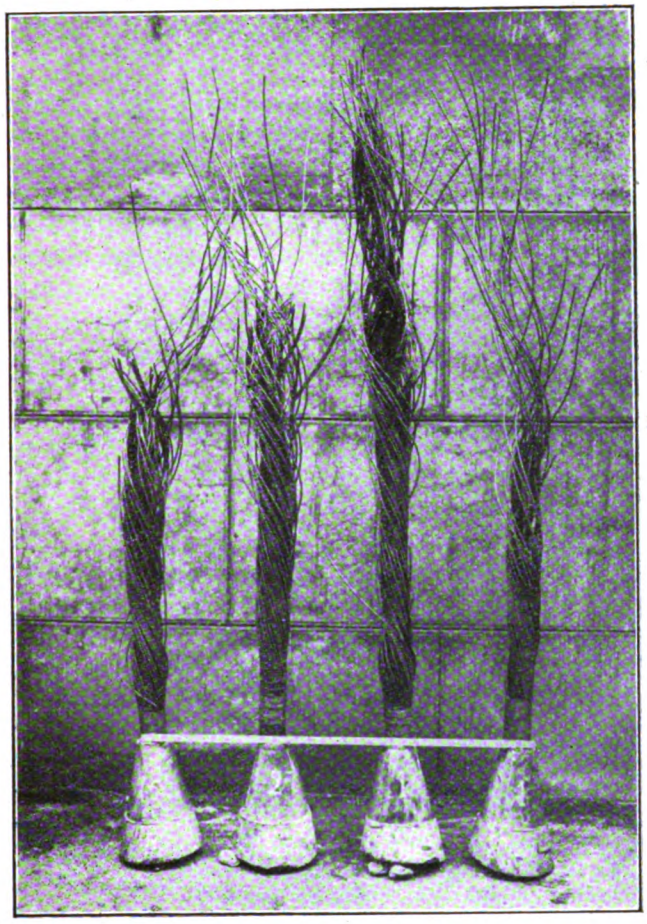


Fig. 8. — Quatre câbles de mines rompus après essais de traction à la machine Buckton.

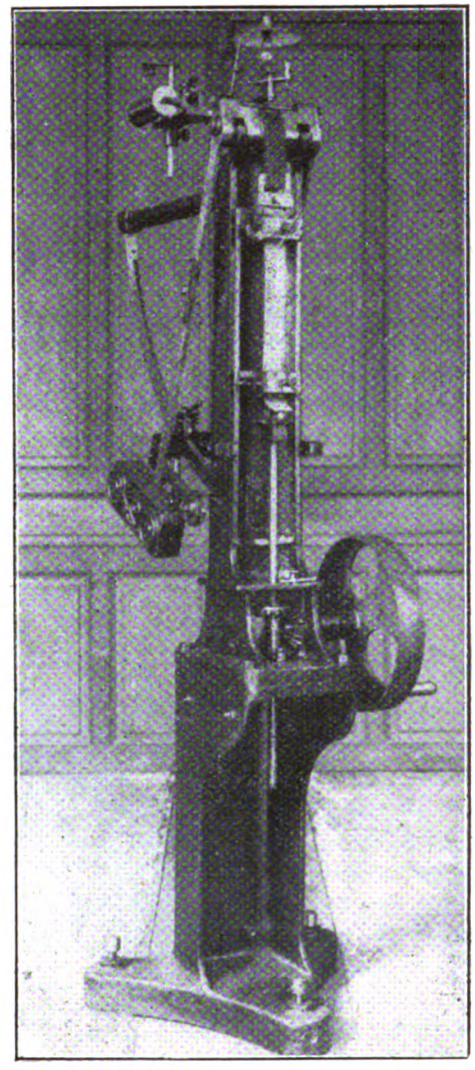


Fig. 9. — Dynamomètre « Chevefy » d'une puissance de 500 kilogrammes, utilisée au laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

ment arrondi, qui tombe sur le produit à essayer d'une hauteur connue.

L'appareil qui réalise pratiquement cette méthode est le scléroscope de Shore. Dans cet appareil le petit marteau de rebondissement se déplace dans un tube de verre gradué, au sommet duquel se trouve un dispositif pneumatique actionné par une poire, qui libère ou accroche le marteau.

Cette méthode, d'origine américaine, n'a pas reçu, en France, beaucoup d'applications. Les résultats de cet essai dépendent, en effet, de facteurs très variables : obliquité du tube, état de poli de la surface des pièces, etc., néanmoins le scléroscope est utilisé dans certaines fabrications pour le contrôle des pièces traitées.

2° MÉTHODE SCLÉROMÉTRIQUE. — Cette méthode rappelle l'ancien procédé dit « de rayure », qui se basait sur le principe suivant : si un corps A est susceptible de rayer un corps B, le corps A est plus dur que le corps B. Nous disons ancien procédé, car Réaumur s'en était servi pour classer les produits ferreux. Les minéralogistes utilisent un procédé analogue pour déterminer la dureté des minéraux (Échelle de Mohs).

Martens a étudié un appareil qui porte le nom de scléromètre (fig. 11) et qui comporte une pointe de diamant qui, sous une charge déterminée, fait une rayure sur l'échantillon du métal poli qu'on veut examiner. La largeur de la rayure mesurée au microscope caractérise la dureté. C'est là une mesure extrêmement délicate qui n'a pas reçu un grand développement en France. Nous verrons dans la suite de cet article des procédés plus pratiques.

Digitized by Google

(A suivre.)

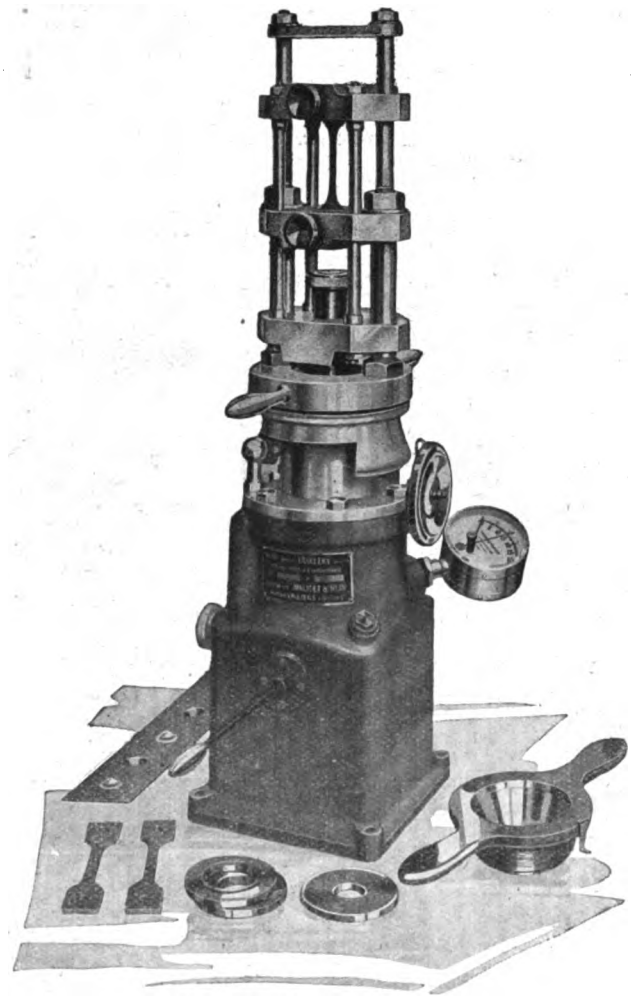


Fig. 10. — Dispositif de traction monté sur appareil à essayer les métaux en feuilles, système R. Guillery. (Cliché de la Société des Établissements Malicet et Blin, constructeurs).

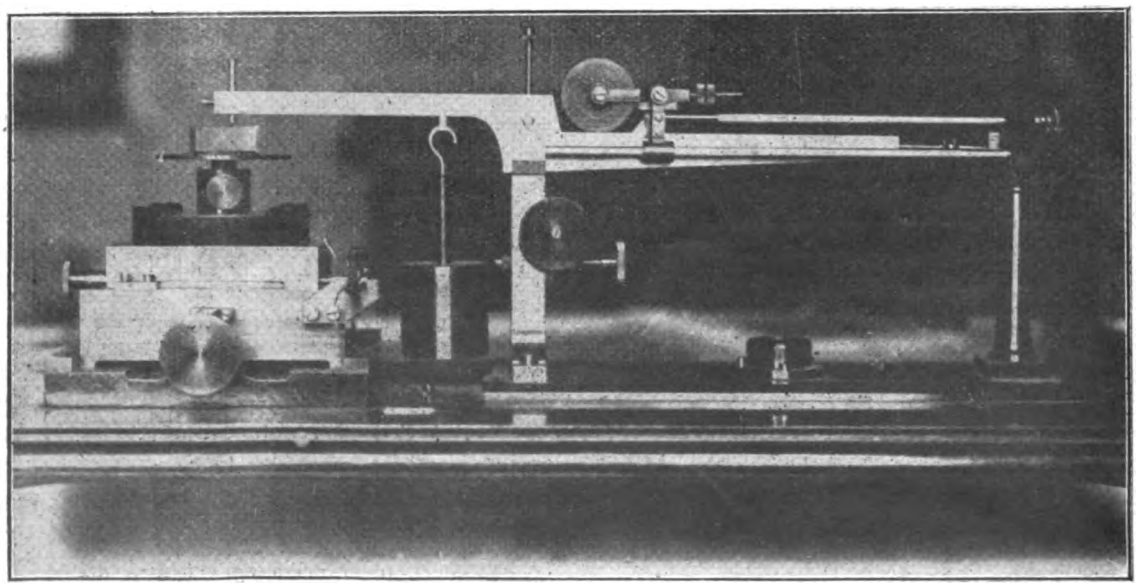


Fig. 11. — Scléromètre de Martens. A gauche, chariot et plateau supportant l'échantillon de métal, sur lequel repose la pointe rayante.

Digitized by Google

L'Exploration des forêts par l'avion au Canada

PAR

A.-J.-B. ROBERT

L'avion forme, depuis quelques années, un instrument d'exploration nouveau, et d'une puissance extrême. Les étendues couvertes de forêts, comme il s'en trouve d'immenses, au Canada, sont d'un accès particulièrement difficile. Jusqu'alors, les explorateurs s'y risquaient par voie de terre, cheminant malaisément, ou suivant avec plus ou moins de peine les voies naturelles, mais ardues et capricieuses, que forment les rivières. Obligés d'organiser de véritables expéditions, de transporter avec eux tout un matériel encombrant et alourdissant, ils ne pouvaient progresser qu'avec une extrême lenteur. Tout au long du trajet qu'ils suivaient, leurs regards se heurtaient à courte distance à un mur végétal continu ; ils voyaient bien tous les détails du chemin qu'ils avaient à parcourir ; ils pouvaient les examiner à loisir ; mais ils ne savaient point si, à quelques pas d'eux seulement, les caractéristiques de la forêt qu'ils traversaient demeuraient les mêmes.

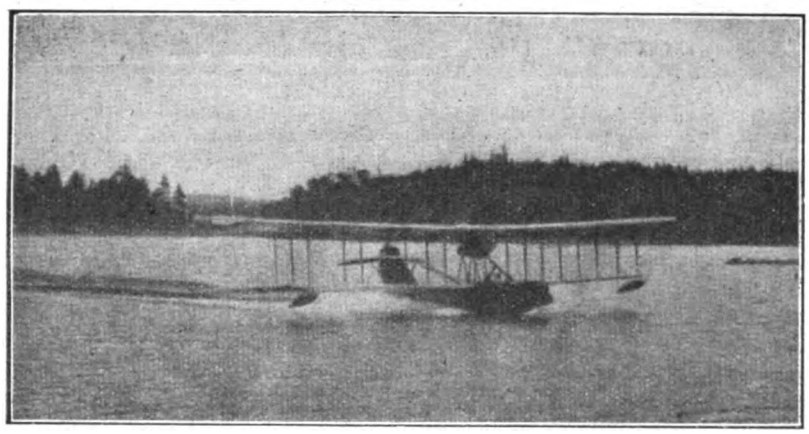


Fig. 1. — Départ d'un hydravion pour une patrouille matinale de surveillance de forêts. Photographie prise à Victoria Beech, Lac Winnipeg (Manitoba) par la Commission d'aéronautique.

L'avion, tout au contraire, est rapide, mobile, dégagé de toutes les difficultés inhérentes au terrain. En un mot, il domine. L'observateur aperçoit à ses pieds une large étendue de terrain, étalée comme un plan sous ses yeux. Evidemment, il ne voit pas les petits détails ; des précisions d'ordre secondaire lui échappent. Mais, d'un seul coup d'œil, il embrasse un paysage très vaste, qu'en quelques instants il peut reporter sur l'embryon de carte qu'il possède, et qu'il s'agit de compléter.

C'est ce qui fait tout l'intérêt de l'emploi généralisé de l'aviation, d'une part dans la prospection des régions forestières encore mal connues, d'autre part dans la lutte contre ce fléau si redoutable, qu'est l'incendie des forêts.

***

En général, des cartes existent bien, qui ont souvent été dressées par des moyens de fortune, par des recoupements plus ou moins précis à la suite d'explorations souvent pénibles, toujours coûteuses. Mais ces documents, lorsqu'ils ne sont pas inexacts, sont extrêmement rudimentaires. Ils ne situent que quelques points du repère, ils donnent un tracé très incomplet et parfois fantaisiste du réseau hydrographique ; ils ne permettent de faire aucune prévision sur la nature des arbres composant la forêt : et c'est pourtant là chose de première importance.

Il est en effet essentiel de connaître la composition de la flore forestière de la région étudiée. Outre l'intérêt évident d'une pareille connaissance pour l'exploitation industrielle éventuelle de cette contrée, cette composition permet de déduire de nombreux et précieux renseignements sur la nature du terrain.

Or, un observateur exercé, connaissant bien les différentes essences communes qui peuvent se présenter à sa vue, arrive très rapidement à les distinguer d'un simple coup d'œil. Des changements de teintes, d'allure, lui font reconnaître instantanément les diverses espèces d'arbres. On peut même les reconnaître sur photographies. Il les peut reporter aisément sur la carte qu'il a mission de corriger et de compléter. De même en ce qui concerne les cours d'eau, si utiles à la pénétration ultérieure. Ce que des pionniers ne faisaient qu'au prix de mille difficultés, avec des risques d'erreurs accrues par celles-ci, l'explorateur en avion l'accomplit sans fatigue, avec toutes les chances possibles de plus grande précision.

Ce travail de reconnaissance aérienne des forêts

Digitized by Google

et plus généralement des grandes étendues de terrain encore peu connues, peut être effectué par correction des cartes existantes. Celles-ci forment une sorte de canevas, dont, après avoir soigneusement vérifié l'exactitude des grandes lignes, il s'agit de meubler les cases vides. Cette méthode, rapide, mais qui n'offre pas une exactitude rigoureuse, a été employée avec succès au Canada.

On peut également se servir de la photographie. Dans ce cas, l'observateur emporte un appareil dans son avion, et il le braque verticalement sur le sol. Ce procédé permet d'avoir une succession de vues photographiques qui donnent, avec leurs grandeurs réelles, tous les détails du pays exploré. Un travail d'assemblage permet d'établir très rapidement et très exactement la carte du pays considéré. On n'a pas manqué d'y avoir recours au Canada, et dans différents pays. C'est ainsi que l'aviation française a dressé des milliers de cartes d'après des photographies aériennes, notamment au Maroc, où le sol montagneux rend parfois des relevés terrestres très difficiles, quand ceux-ci ne sont pas rendus impossibles par suite de l'hostilité des habitants de certaines régions encore non pacifiées. Des municipalités, un peu partout dans le monde, ont également demandé à des compagnies d'aviation de refaire leur cadastre, qui est une pièce essentiellement précise, par le moyen de photographies aériennes.

L'avantage de l'emploi de l'avion pour les besognes cartographiques est son extrême rapidité, et par conséquent son prix de revient très réduit. Le coût de l'établissement d'une carte aérienne est d'environ un dollar par mille carré ; ce qui correspond à une dépense horaire de 120 dollars environ. Il n'est pas douteux que ce procédé ne se développe rapidement, d'autant plus que l'avion peut rendre encore d'autres services, et de première importance.

***

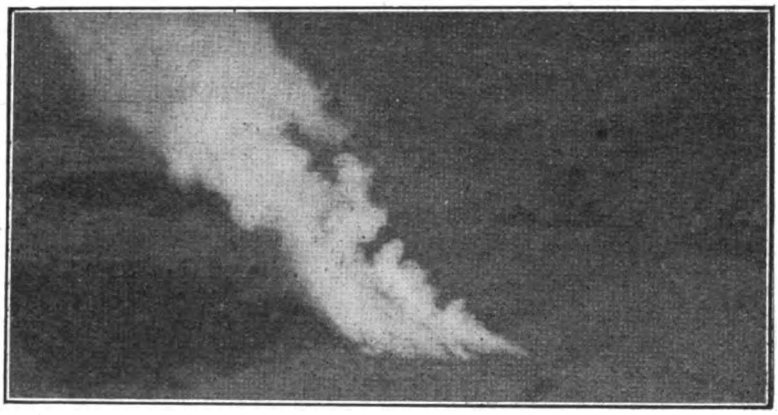


Fig. 2. — Photographie prise d'un avion à une altitude de 4 000 pieds au-dessus de la rivière Clearwater (Alberta). Un début d'incendie, produit dans les broussailles, poussé par le vent, gagne vers la forêt. En pareil cas, le pilote envoie par T. S. F. un message au bureau local du Service Forestier, qui envoie sa brigade de protection forestière lutter le plus vite possible contre le fléau.

C'est lui, en effet qui constitue la meilleure arme de défense contre l'incendie des forêts, fléau terrible pour le domaine sylvestre canadien.

Les incendies sont dus la plupart du temps à une négligence répréhensible, et une plus grande de prudence en empêcherait certainement le plus grand nombre. Mais ce qui fait l'ampleur du désastre, c'est qu'il est difficile de le combattre à temps. Souvent, on ne s'en aperçoit que lorsqu'il a déjà pris des proportions catastrophiques ; souvent aussi il n'est pas possible de donner rapidement l'alarme. Des patrouilles d'avion permettent de réduire considérablement ces inconvénients. De haut, la moindre colonne de fumée s'aperçoit immédiatement ; elle peut être située aussitôt avec précision, il est permis d'organiser la lutte avec la plus grande rapidité, et par conséquent la plus grande efficacité. Notre photographie n° 2 donne une idée de ce qu'aperçoit l'observateur d'avion au cours de sa tournée de surveillance.

Il n'est pas douteux qu'ici encore l'aviation rendra des services incommensurables et qui justifieront l'intérêt toujours mérité dont elle est l'objet.

Digitized by Google

Les Machines-Outils modernes

PAR

A. LECLERC

Ingénieur E. P. C. I.

Bien que l'étude des machines-outils relève presque exclusivement de l'art de l'ingénieur, et non de la science pure, il n'en est pas moins vrai que les progrès scientifiques de ces vingt dernières années ont modifié totalement leur construction. Le domaine de la machine-outil est excessivement vaste, et il n'est pas d'industrie, de quelque nature qu'elle soit, qui n'ait remplacé l'outillage à main par des machines. Mais on a réservé plus spécialement le nom de *machines-outils* aux machines utilisées pour le travail du bois et des métaux. Nous nous occuperons exclusivement de ces dernières.

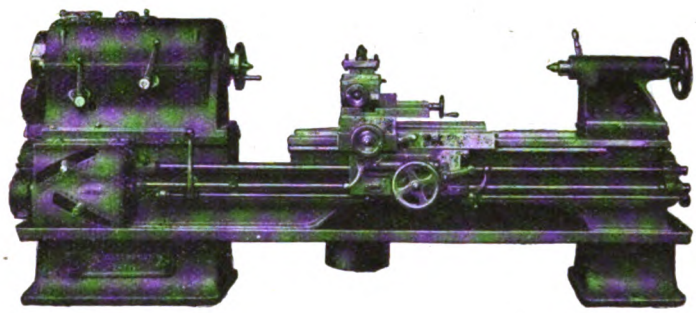


Fig. 1. — Tour monopoulie de 325 A. Cazeneuve.

On sait que toute machine à travailler les métaux se compose d'un bâti supportant d'une part la pièce à travailler et d'autre part un ou plusieurs outils. Ces deux éléments sont animés de mouvements relatifs tels que l'outil tranche des copeaux de métal dans la pièce à travailler. On classe ces machines en quatre catégories principales suivant les mouvements relatifs de la pièce et de l'outil. Ce sont :

1° Machines à rotation de la pièce (*tours*) ;

2° Machines à rotation de l'outil (*perceuses, fraiseuses*) ;

3° Machines à déplacement alternatif plan de la pièce (*raboteuses*) ;

4° Machines à déplacement alternatif plan de l'outil (*limeuses*).

I. — L'outil.

Ce sont les perfectionnements de l'outil qui amèneront les principales modifications des machines.

Pour que l'outil coupe, il lui faut une forme appropriée et une dureté supérieure au métal à travailler. La matière courante dont on fait les outils est l'acier. Au début, on utilisait l'acier de cémentation, découvert au XVII^e^ siècle, et obtenu en chauffant longremps dans du poussier de charbon de bois des barreaux de fer produits par la méthode catalane, la seule à peu près en usage à l'époque (réduction de l'oxyde de fer par le charbon de bois au rouge). Par la trempe, c'est-à-dire chauffage au rouge et refroidissement brusque, on leur donnait une dureté supérieure au fer à travailler.

Ces barreaux cémentés, peu homogènes puisque la teneur de carbone allait en décroissant de la périphérie au centre, ont d'abord été corroyés, c'est-à-dire forgés en paquets de façon à obtenir un bloc de barreaux soudés ensemble, lequel bloc, martelé, étiré, devenait plus homogène. Bien que ce procédé ait disparu depuis longtemps, on trouve encore en taillanderie des pièces marquées « acier corroyé » et qui sont généralement en acier obtenu directement au Bessemer ou au four Martin.

Un perfectionnement a consisté à fondre les barreaux en un liquide homogène, et à couler celui-ci dans des moules : on obtient *l'acier fondu*, toujours employé, bien que sa provenance actuelle soit différente.

La découverte des procédés Bessemer et Martin vers 1860, qui ont fait faire des progrès énormes à la métallurgie de l'acier, n'a pas modifié les qualités de l'acier fondu à outils. On fondait de l'acier Martin, cémenté ou non, suivant la teneur initiale en carbone. Les phénomènes de la trempe et du revenu sont restés longtemps assez mystérieux, et l'on rencontre encore des artisans utilisant des recettes empiriques pour obtenir le maximum de dureté, avec le minimum de fragilité.

C'est à partir du moment où la recherche scientifique s'est attaquée au problème de la trempe des aciers que les progrès ont été rapides. D'abord Osmond qui a déterminé la constitution physique

Digitized by Google

de l'acier et expliqué le phénomène de la trempe, et, plus récemment, les études relatives à l'équilibre des alliages (Gibbs, Van t'hoff), ont amené la création d'aciers complexes, connus sous le nom d'aciers rapides, et composés, outre le carbone nécessaire à la dureté, de chrome, vanadium, tungstène, cobalt, etc. Ces aciers, suivant leur composition, ont une dureté supérieure à l'acier fondu, et peuvent conserver cette dureté à des températures élevées, ce qui permet de faire des « passes » larges, quitte à obtenir un échauffement de l'outil, celui-ci conservant sa dureté. Ces aciers rapides se trempent par simple refroidissement à l'air vers 900 à 1 100°, suivant les types, et conservent leur dureté jusqu'à 500 ou 600°. La température de recuit, variable suivant les échantillons, est très précise, ce qui veut dire qu'en deçà ou au delà de cette température le métal est trempé, et la marge ne dépasse quelquefois pas 50°.

II. — Le métal à travailler

Jusqu'à l'époque de l'automobile, la construction mécanique utilisait comme matières premières, le fer, la fonte, le cuivre et ses alliages : bronzes, laiton. L'acier fondu suffisait amplement pour travailler ces métaux, les méthodes de travail intense n'étant pas encore à la mode. Mais l'automobile a demandé aux métallurgistes des produits légers et résistants, et l'on a petit à petit créé ces aciers spéciaux au nickel, chrome, cobalt, etc., dont l'emploi est universellement répandu aujourd'hui, mais dont la dureté est très grande pour certains échantillons. Donc, parallèlement aux progrès de l'outil, la matière à travailler est devenue plus dure aussi; de plus la fonte qui était seule utilisée pour les moulages a maintenant des concurrents : fonte malléable qui n'est que de la fonte décarburée par chauffage prolongé dans de l'oxyde de fer ; acier moulé, obtenu par moulage direct de l'acier des fours Martin, fonte aciérée des obus de la guerre, tous produits bien plus durs que la fonte grise.

III. — Les méthodes modernes d'usinage.

Enfin la concurrence mondiale et la rareté de main-d'œuvre exigent une production intense et à bon marché. On cherchera donc à enlever le plus de métal possible sur la pièce à travailler dans le moindre temps, cela s'obtient par une augmentation de la vitesse de coupe, et par une augmentation de la section coupée. Les études de résistance des matériaux nous apprennent que l'effort à faire (cisaillement ou arrachement, et quelquefois les deux à la fois), est proportionnel à la surface sectionnée et proportionnel aussi à la résistance du métal considéré. Si l'on augmente en plus la vitesse, on augmentera la puissance exigée dans des proportions considérables ; un premier point des machines modernes est donc d'être puissantes.

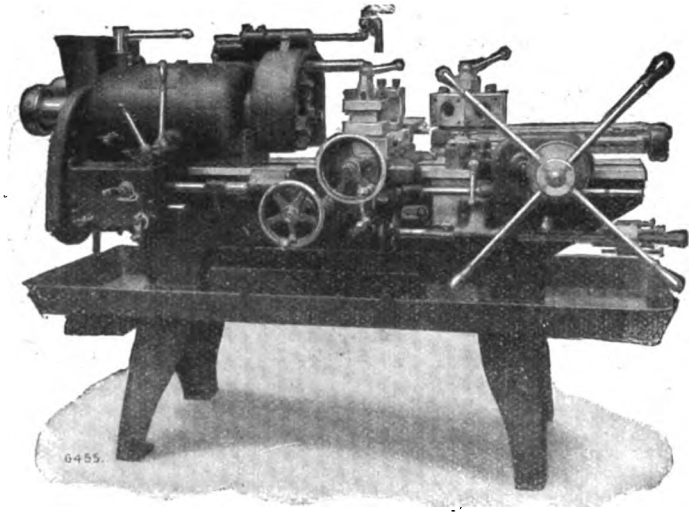


Fig. 2. — Tour-revolver semi-automatique Alfred Herbert.

Mais on exige aussi de la précision, tout en allant vite. Il ne faut pas que sous l'effort entre outil et pièce, le bâti ou les divers organes se déforment. Cela amène à une forme trapue et lourde des bâtis.

Enfin, une troisième condition exigée est la rapidité des manœuvres. Il faut que l'ouvrier ait à portée de sa main tous les organes de commande.

Un point important de la rapidité du travail est de donner une vitesse de coupe convenable à l'outil (ou à la pièce). Une étude détaillée du commandant Denis a établi des règles utiles à ce sujet. Tout d'abord on ne peut augmenter indéfiniment la vitesse de coupe : à partir d'une certaine vitesse l'outil chauffe trop et se détrempe vite. Il faut l'affûter à nouveau, mais comme l'ouvrier perd à chaque réaffûtage quelques minutes, il est important qu'il y en ait peu. On est arrivé par l'expérience à déterminer les meilleures vitesses de coupe et épaisseurs de passe pour le rendement maximum.

On munit d'ailleurs toutes les machines modernes d'un système d'arrosage de l'outil destiné à le refroidir pendant le travail. Le liquide réfrigérant est choisi avec soin suivant la nature du métal à travailler.

Supposons une pièce dont les différentes parties à usiner sont animées de vitesses différentes : par exemple, une poulie cône à plusieurs gradins montée sur un tour. Pour passer d'un gradin à l'autre, il faut changer de vitesses (celles-ci étant notées par

Digitized by Google

le bureau de travail sur le plan d'exécution). Il est nécessaire que ce changement soit très rapide, et cela amène à des boîtes de vitesse comme dans l'automobile en remplacement du vieux système à courroie sur cône à plusieurs gradins.

Une autre conséquence de la rapidité de manœuvre est l'automaticité du plus de mouvements possible de la machine. Ainsi l'ouvrier règle sa machine pour l'opération élémentaire à exécuter et celle-ci l'exécute automatiquement. Le rôle de l'ouvrier est, après réglage, un rôle de surveillant et de pourvoyeur de pièces. Lorsque la quantité à fabriquer d'une pièce donnée est grande, on monte parfois une machine entièrement automatique qui exécute toutes les opérations à faire sur cette pièce. D'autres, semi-automatiques, exigent l'intervention de l'ouvrier pour passer d'une opération à l'autre, mais la pièce sort de la machine complètement façonnée. Le choix entre les trois genres de machines : à main, semi-automatique ou automatique, est guidé et par le prix d'amortissement de la machine, la première étant infiniment moins coûteuse que la dernière, et la semi-automatique étant d'un prix intermédiaire ; ensuite, par le nombre de pièces à exécuter : s'il n'y en a que quelques-unes, on ne peut faire la dépense d'un outillage et surtout du temps de montage et de réglage des machines automatiques, qui est très long. Les petites séries s'accommodent fort bien des machines semi-automatiques, et pour les grandes séries, comme dans la fabrication automobile actuelle, les machines automatiques sont indispensables. Voici un exemple : sur un tour parallèle (fig. 1), on peut exécuter à l'heure deux pièces d'un engrenage en fonte de 130 millimètres de diamètre et 35 millimètres d'épaisseur. Sur le tour semi-automatique (fig. 2), on arrive à dix pièces à l'heure, et enfin sur le tour automatique (fig. 3) la production est portée à 40 pièces à l'heure.

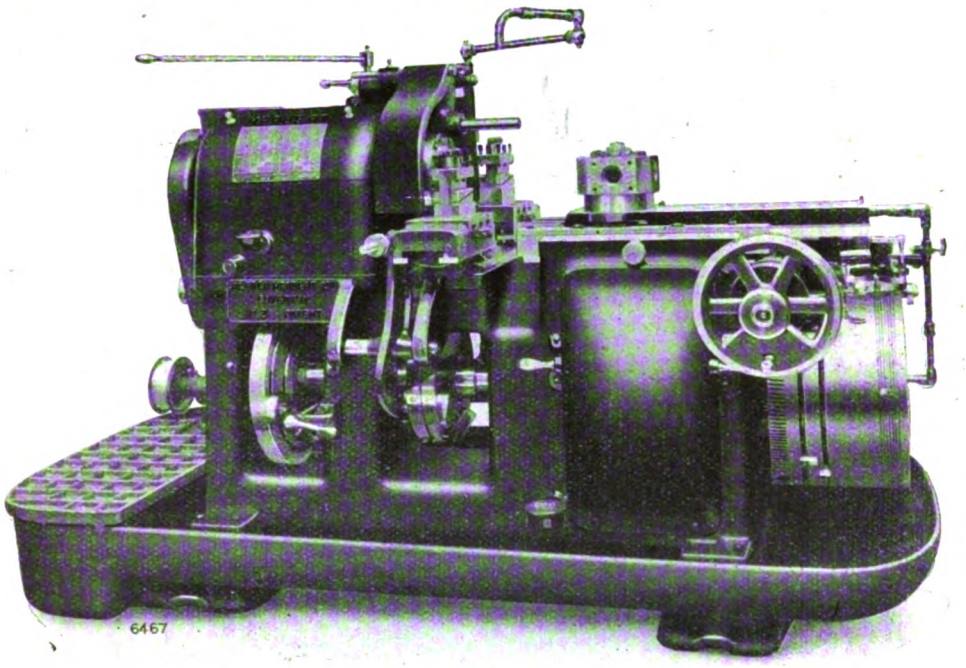


Fig. 3. — Tour automatique Alfred Herbert (nº 3) avec mandrin, protecteur de mandrin et pompe. Un seul ouvrier peut suffire à la conduite de quatre au moins de ces machines.

IV. — Le travail à la meule.

La cause de destruction principale des mécanismes est l'usure. Par l'usure, il se forme du jeu entre les pièces en mouvement et le mécanisme devient moins précis jusqu'au moment où il ne rend plus le service auquel il est destiné. C'est surtout l'automobile qui s'est attelé au problème de la diminution de l'usure dans les pièces en mouvement. On le résout partiellement, en utilisant des surfaces frottantes très dures, en acier trempé. Mais ces surfaces sont aussi dures que les outils destinés à les façonner. On remplace alors l'outil par une meule, en matière abrasive extrêmement dure (corindon ou carborundum), et l'on a une classe moderne de machines appelées machines à rectifier. On exige d'ailleurs de ces machines une très grande précision (moins du centième de millimètre), et leur construction

Digitized by Google

doit être très soignée. Elles sont entièrement automatiques.

V. — Quelques types de machines modernes.

A. Les tours. — Ce sont les machines les plus répandues, elles appartiennent à la première catégorie à rotation de la pièce. Celle-ci est montée, suivant le cas, sur un plateau. un mandrin à griffes, ou entre pointes. Le plateau, mandrin, ou l'une des pointes, fait partie d'une poupée qui reçoit le mouvement circulaire.

Un banc bien dressé reçoit un chariot portant l'outil. Ce chariot peut être animé successivement de plusieurs mouvements : un mouvement longitudinal le long du banc pour les opérations de cylindrage (chariotage), un mouvement transversal pour le surfaçage en bout. Ces deux mouvements sont à volonté automatiques ou non, et les mouvements automatiques dépendent de la vitesse de rotation de la poupée par l'intermédiaire d'engrenages. Le mouvement longitudinal a deux commandes indépendantes, l'une par vis servant à faire les filetages ou pas de vis, l'autre par crémaillère et engrenage commandé par une barre ; pour tous les autres travaux cette barre commande aussi le mouvement transversal. La figure 1 montre un tour moderne Cazeneuve, les vitesses de rotation de la broche sont obtenues au moyen d'une boîte de vitesses dont on voit les leviers à portée de la main de l'ouvrier. Les vitesses de filetage et les vitesses des avances sont obtenues aussi par des boîtes d'engrenages à leviers se manœuvrant facilement. On remarquera la robustesse du banc et la disposition de tous les leviers de commande à portée de la main de l'ouvrier.

La figure 2 montre un tour-revolver semi-automatique Alfred Herbert. Il comporte les organes essentiels du tour parallèle : avec en plus un chariot supplémentaire supportant une tourelle hexagonale sur laquelle on peut fixer six outils. La manœuvre se fait par le grand levier en croix que l'on voit sur la droite, et à chaque course de cette tourelle, elle tourne automatiquement d'un sixième de tour. En réglant par des butées les courses des différents chariots, on manœuvre sans erreur possible les outils de la pièce à travailler sans qu'on ait à se préoccuper des dimensions et de la forme. Un ouvrier non professionnel suffit à faire fonctionner ce tour, lorsqu'il a été parfaitement réglé.

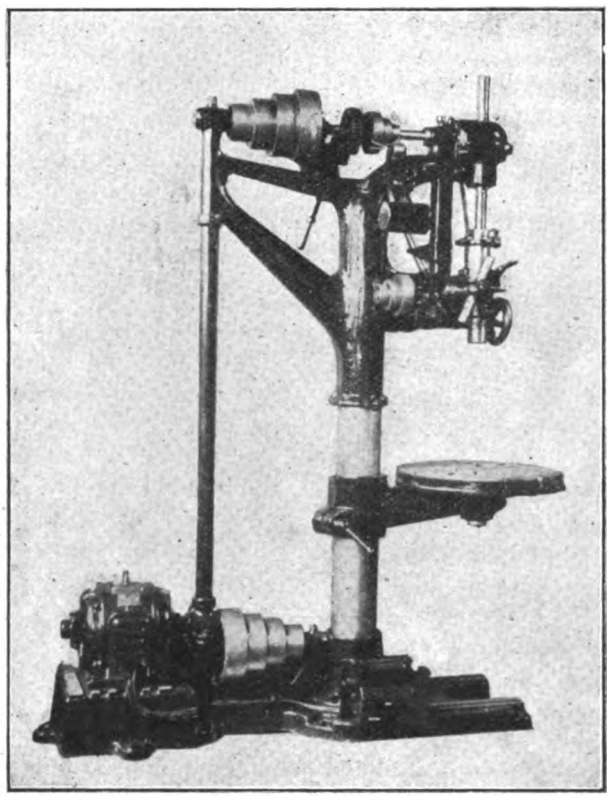


Fig. 4. — Perceuse classique à colonne, entraînement électrique (Ateliers Leclerc et Angot).

La figure 3 représente un tour complètement automatique : on y retrouve les mêmes organes essentiels : poupée, chariot et tourelle, du tour précédent, mais les commandes ne sont plus faites à la main. Elles le sont au moyen de cames montées sur les tambours que l'on voit dans le bâti de la machine. Pour chaque pièce, il faut calculer et exécuter un certain nombre de cames correspondant à tous les mouvements à obtenir. et cela revient cher. Aussi ne peut-on équiper ces tours que pour de très grands nombres de pièces identiques. Mais, sauf le montage de la pièce à travailler sur la machine, toutes les opérations sont automatiques, et un ouvrier qui n'a qu'à mettre la pièce sans s'occuper du travail, peut facilement conduire quatre machines, aussi le prix de main-d'œuvre est-il extrêmement bas; mais il faut amortir la dépense des cames et du réglage, et aussi le prix d'achat du tour, bien plus élevé que celui d'un tour parallèle.

B. Les perceuses. — La perceuse est une machine simple, mais par son mode de travail, en bout d'un foret, ne peut pas être de grande précision. Aussi les constructeurs n'ont pas fait le même effort que dans les tours par exemple, et le type le plus répandu est le type à colonne (fig. 4); la rigidité d'un bâti cylindrique aussi long est faible, on y

Digitized by Google

remédie au moyen d'une jambe de force placée à l'arrière. Il y a huit vitesses de rotation du foret et trois ou quatre avances automatiques.

Pour les gros perçages (50 millimètres et au-dessus) il existe des modèles modernes extrêmement robustes tels que la perceuse G. S. P. (fig. 5), et enfin, pour les petits perçages, les perçeuses modernes utilisées dans la fabrication automobile sont

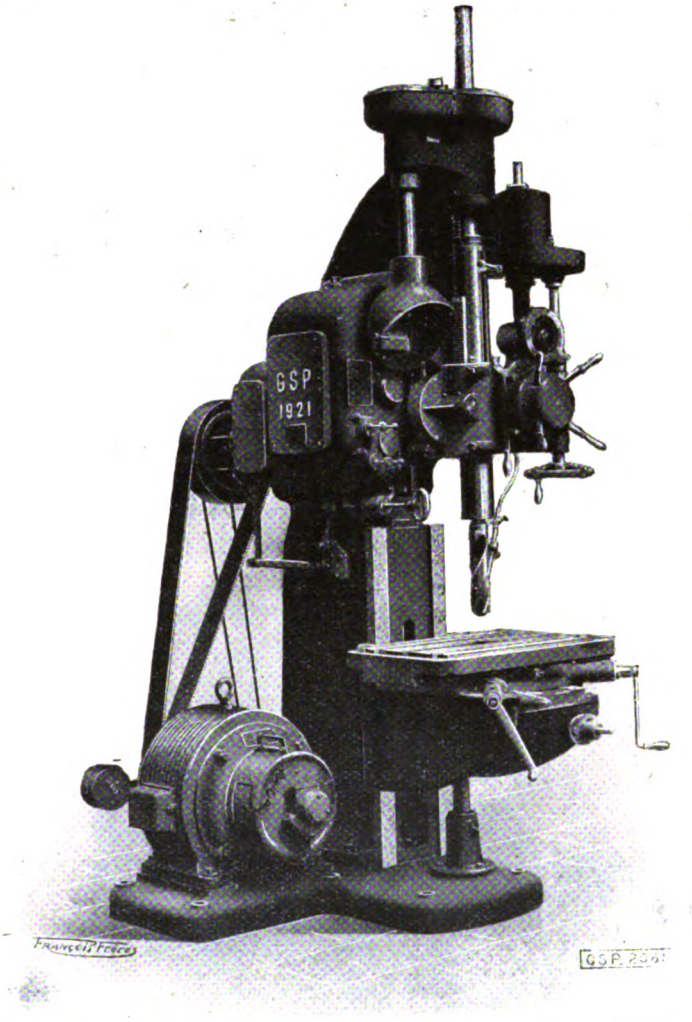


Fig. 5. — Perceuse à broche de 65 (Ateliers Guillemin, Sergot et Pégard).

montées sur bâti prismatique genre figure 5 (toutes proportions gardées) et tous les mouvements de rotation sont montés sur roulements à billes afin d'obtenir les vitesses très élevées exigées par la grande production.

C. LES FRAISEUSES. — Ce sont des machines d'invention relativement moderne, qui utilisent un outil spécial appelé fraise. La fraise est un corps de révolution en acier à outils taillé régulièrement sur sa périphérie et suivant les rayons de base. Elle travaille par rotation la pièce se déplaçant sous elle. La facilité de donner à la fraise une forme quelconque, et la rapidité du travail (en raison du nombre de coupes par révolution et de la largeur de passe) ont fait de cette machine un outil extraordinaire, permettant une infinité de travaux très différents les uns des autres. Aussi le type *universel* (fig. 6), ne s'emploie que pour les travaux isolés et les travaux d'outillage. On rencontre ce type dans les petits ateliers, mais les grandes installations utilisent des types de fabrication adaptés aux travaux à exécuter. On remarquera dans le type universel (fig. 6) la robustesse du bâti et la rigidité du support de l'arbre porte-fraise. Comme dans toutes les machines modernes, les vitesses sont obtenues par boîtes d'engrenage avec leviers facilement manœuvrables.

La figure 7 représente une fraiseuse verticale pour travaux d'automobile. Les pièces sont montées sur un plateau tournant, et le remplacement des pièces finies par les brutes se fait sans arrêt de la machine. La figure 8 montre un type de fraiseuse

Digitized by Google

raboteuse à trois outils pouvant terminer en une seule passe les trois côtés d'un bâti de machine, avec une rapidité extraordinaire et une précision supérieure au travail du vieux type de raboteuse.

Enfin de la fraiseuse dérive toute une série de machines spéciales construites dans un but déterminé : machines à aléser, machines à tailler les engrenages, machines à scier ou tronçonner, machine à rainurer les arbres, etc.

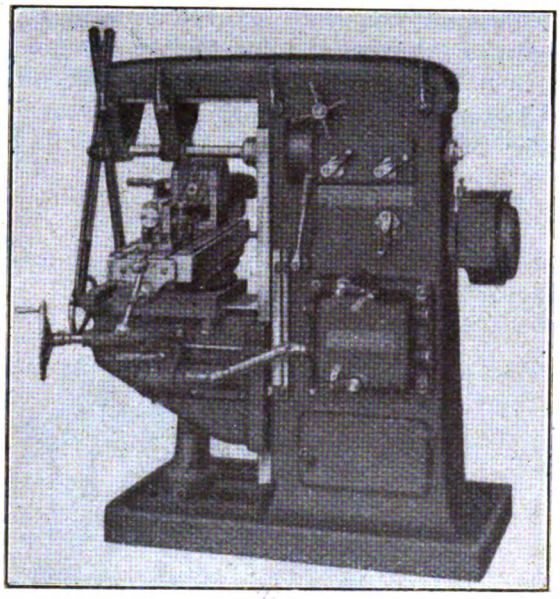


Fig. 6. — Machine à fraiser universelle (Roscher et Eichler).

D. RABOTEUSES. — Les machines à raboter (fig. 9) utilisent un outil simple, la pièce posée sur la table se déplace sous l'outil, la table longue et lourde repose sur le bâti par deux chemins de glissement en forme de V. Cette large assise permet un travail de précision, dans le sens de la longueur, l'outil se déplace transversalement, sur une traverse ajustable. Il est important pour la précision en travers que cette traverse et les montants qui la supportent soient extrêmement robustes. La vitesse de coupe est donnée par la vitesse de la table. Des considérations mécaniques ne permettent guère qu'une vitesse. L'outil fait une passe étroite et ne travaille pas au retour. Aussi le travail de la raboteuse est assez lent, mais son automatisme permet à l'ouvrier de diriger plusieurs machines. Nous avons vu figure 8 que dans les fabrications de grande série on utilise des fraiseuses-raboteuses dont l'outil est remplacé par des fraises. Ces machines ne sont répandues que dans les très grands ateliers, car les fraises de ces dimensions coûtent excessivement cher, et exigent pour leur amortissement de très grandes séries, mais leur production est formidable.

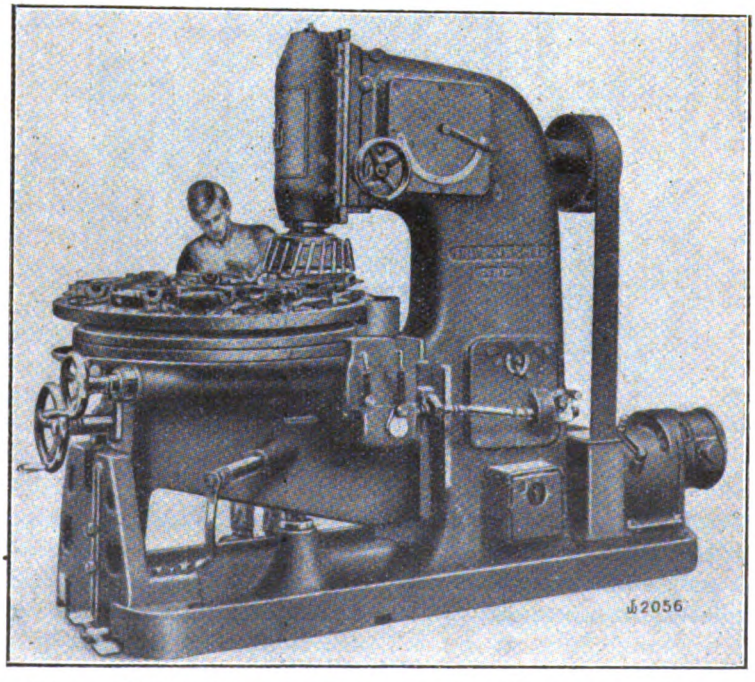


Fig. 7. — Machine à fraiser à déplacement circulaire (Fritz Werner, à Berlin).

VI. — Autres machines.

MACHINES A RECTIFIER. — Ces machines utilisent une meule comme outil. On distingue les machines à rectifier les surfaces cylindriques ou coniques (extérieures ou intérieures) et les machines à rectifier les surfaces planes.

Les premières peuvent être universelles, c'est-à-dire servir à tous les usages, ou bien simples, étudiées pour un usage déterminé (exemple : machines à rectifier les cylindres de moteurs, machines à rectifier les tourillons de vilebrequins, etc.). La machine universelle se compose d'un bâti excessivement robuste sur lequel se déplace une table guidée de toute sa longueur par des glissières en V, sur cette table une poupée et une contre-pointe (fig. 10). Cette table est animée automatiquement d'un mouvement de va-et-vient. La meule est fixée sur un support à glissières avançant automatiquement d'une quantité très faible (quelques millièmes de millimètres), à chaque va-et-vient de la table. Des dispositifs d'inclinaison de la table et de la poupée permettent le travail

Digitized by Google

conique. Enfin un système d'arrosage extrêmement abondant lave et refroidit la meule pendant le travail, la pièce montée entre pointes ou autrement est animée d'un mouvement de rotation lent. Pour la rectification intérieure on remplace la meule de grand diamètre de la figure par une meule entrant dans le cylindre, et on la monte au bout d'un arbre rallonge.

Dans les machines à rectifier les surfaces planes, a poupée et la contre-pointe disparaissent. L'arbre de la meule est vertical et celle-ci est une couronne scellée sur un plateau, qui travaille par sa base.

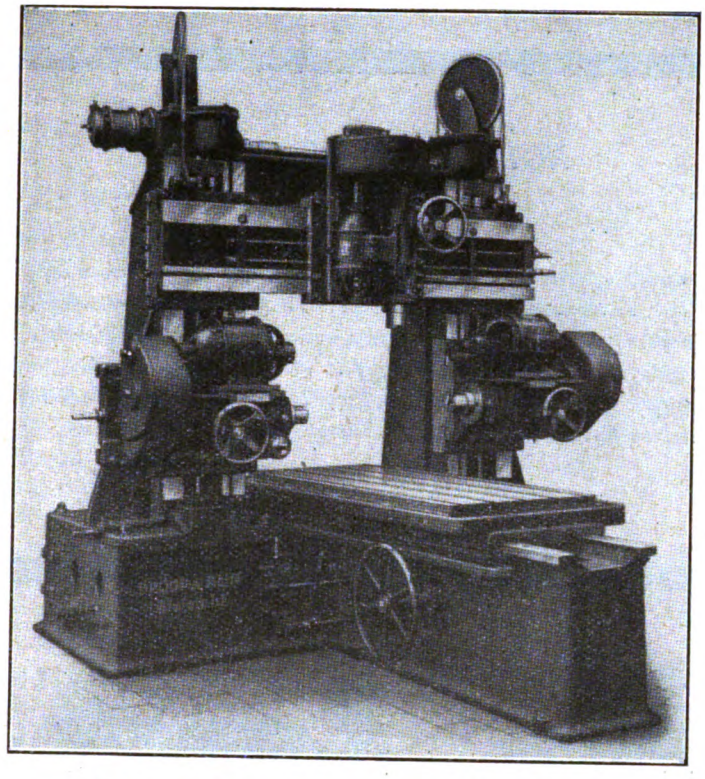


Fig. 8. — Machine à fraiser (Droop et Rein, à Bielfeld).

Aux machines à rectifier se rattachent les machines à affûter les outils, bien plus simples, mais travaillant dans les mêmes conditions.

MACHINES SPÉCIALES. — Cet aperçu très sommaire de machines courantes passe sous silence bien d'autres machines plus ingénieuses les unes que les autres, construites pour des buts bien déterminés. Telles sont, par exemple, les machines à tailler les engrenages coniques, qui sont une merveille de conception et d'exécution, les machines à fabriquer les billes et les roulements à billes, dérivant des rectifieuses.

***

Nous pensons que les quelques exemples que nous avons donnés auront fait comprendre au lecteur avec quel souci de robustesse et de précision sont construites les machines modernes afin que les industriels puissent les

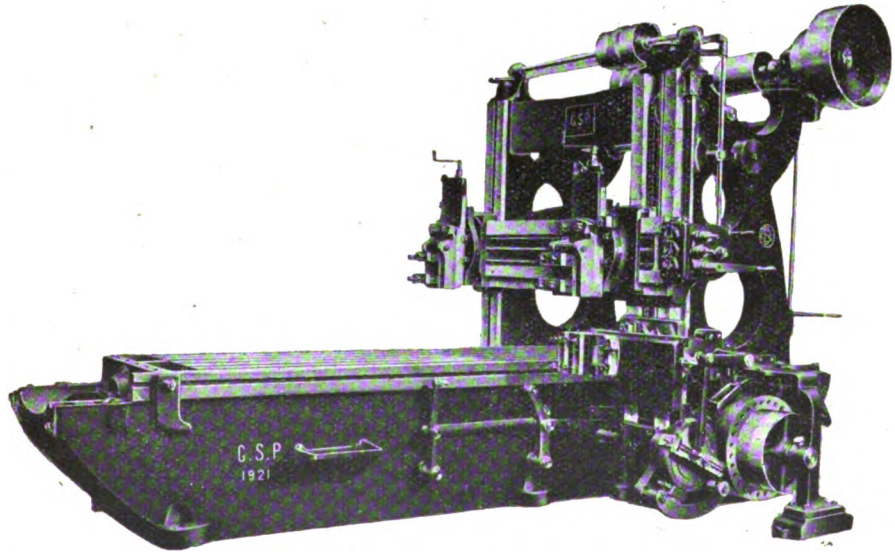


Fig. 9. — Raboteuse de $1^m,25 \times 1^m,10 \times 3$ mètres (Ateliers Guillemin, Sergot et Pégard).

Digitized by Google

utiliser avec le maximum de rendement et diminuer ainsi le plus possible les prix de revient, car c'est là le grand souci de toute industrie qui veut vivre.

NOTE DE LA RÉDACTION

Nous avons le vif regret d'apprendre et d'annoncer à nos lecteurs, au moment où paraît cet article, la mort prématurée, à quarante ans, de son auteur, M. A. Leclerc, dont les chroniques mensuelles de T. S F. étaient suivies avec un intérêt dont nous avons eu des preuves à maintes reprises. La grande compétence en mécanique et en électricité qu'il avait acquise à l'École de Physique et de Chimie industrielles, puis développée encore par sa pratique de chef d'industrie, faisait de lui un de nos meilleurs collaborateurs, comme la parfaite et courtoise obligeance de son caractère en faisait un ami de tous ceux qui l'ont connu.

S. M.

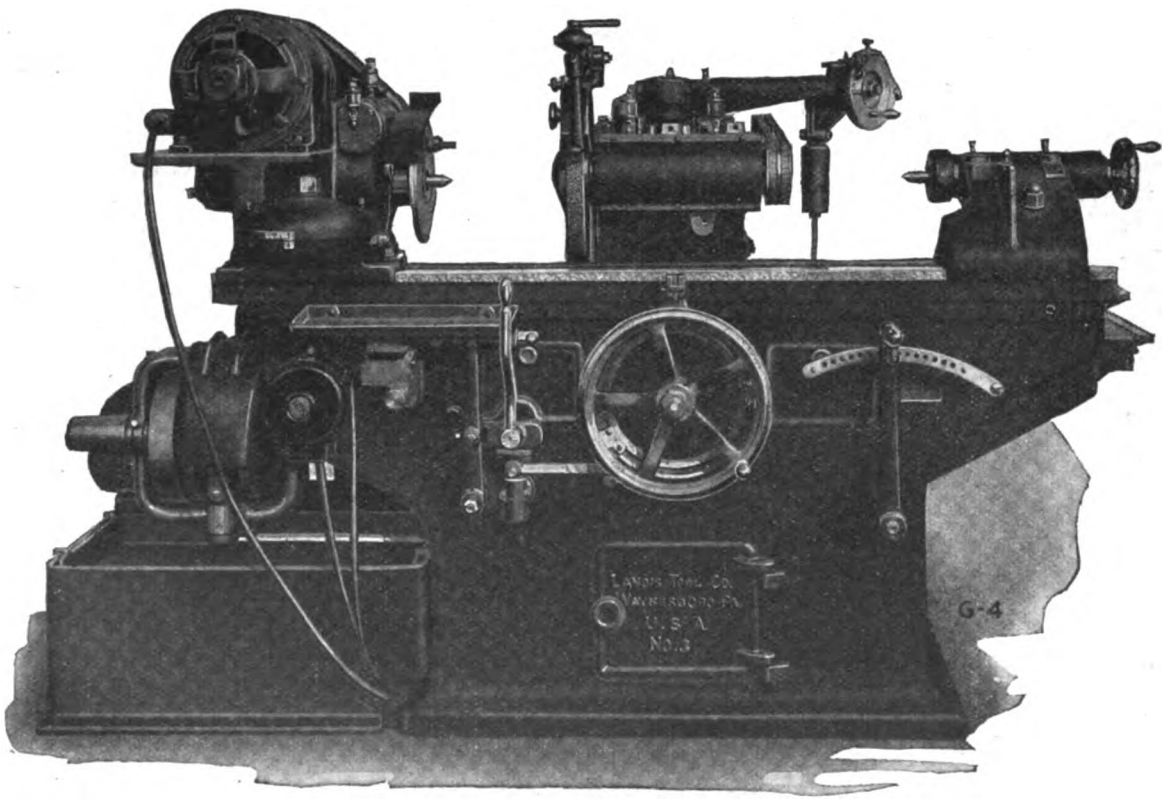


Fig. 10. — Machine universelle Landis (Cliché Stokwis; Motor Driven Universal Grinder).

Digitized by Google

L'Avenir des régions circumpolaires

PAR

M. H. de VARIGNY

Au récent Congrès de Leeds de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, il a été, comme d'habitude, parlé de beaucoup de choses nouvelles et intéressantes. Entre autres, M. R. N. Rudmose Brown a émis des opinions méritant grande attention.

Le thème général du conférencier a été que l'humanité, qui s'occupe beaucoup des tropiques, ne s'occupe pas assez des régions circumpolaires, et que, pourtant, celles-ci présentent des ressources très variées, trop négligées, mais dont l'importance va sans cesse croissant étant donnée la multiplication incessante de la population mondiale.

Le chiffre des humains augmente chaque jour, jamais la population n'a été aussi nombreuse, et il est manifeste que toute augmentation de population exige primordialement une augmentation dans la production des aliments. Or, les contrées arctiques et antarctiques présentent des possibilités très certaines à cet égard, et d'autre part, il est assuré qu'elles présentent d'autres ressources comme matières premières, insuffisamment connues. D'où la conclusion que l'exploration de ces contrées s'impose, non pas au point de vue de la curiosité ou de la cartographie, mais au point de vue économique. Il faut voir ce qu'elles peuvent donner à l'homme surabondant, quels secours elles peuvent lui fournir.

M. Rudmose Brown a longuement exposé quelles explorations s'imposent, de quelles façons il convient de les conduire ; il a parlé aussi des ressources qu'on y peut chercher, et c'est sur ce dernier point qu'il a parlé de la façon la plus intéressante au point de vue pratique.

***

Qu'est-ce donc que les terres polaires peuvent fournir à l'homme pour lui faciliter l'existence?

Le passé l'a montré : la fourrure et les graisses animales; et avec l'imprévoyance et l'amour du gaspillage qui ont caractérisé le « stupide XIXe siècle » trappeurs et chasseurs ont détruit et massacré la faune, comme si elle était inépuisable. Les terres polaires les plus proches ont été les premières dévastées : le Groënland, le Spitzberg, le Canada, la Sibérie, et les chasseurs en quête de fourrures ont, si l'image est licite, tué la poule aux œufs d'or. C'est maintenant que l'on commence à s'apercevoir qu'il fallait non pas exterminer, mais élever les animaux, pour s'assurer une source permanente de fourrures : tout comme on s'assure une suffisance de laine en élevant le mouton.

A fréquenter les territoires arctiques, l'homme s'est aperçu d'autre chose. Il a constaté que ces terres, très étendues, ne sont pas stériles : elles peuvent porter de la végétation; et elles en portent, qui fait vivre d'abondants troupeaux qui, d'ailleurs, ont été terriblement maltraités. L'élevage de ces troupeaux était possible : on a préféré les décimer. Tout le nord de la Sibérie, de l'Alaska et du Canada, présente, au-dessus de la limite nord de la végétation arborescente, de très vastes espaces, dont l'ensemble a plus que la superficie de la totalité des États-Unis, 5 millions de milles carrés de terres libres de glace. Tous ces parages présentent une couverture végétale alimentaire qui témoigne de la fécondité du sol, et ce sont les pâturages naturels du Caribou, du Reune, du Bœuf musqué. Ces animaux sont indigènes et adaptés au climat ; ils n'émigrent pas vers le Sud en hiver. Ce sont des ressources alimentaires utilisables, à condition toutefois de ne pas continuer à les exterminer, et d'en pratiquer l'élevage méthodique.

Le renne a été domestiqué depuis longtemps dans le Vieux Monde ; on se demande même s'il ne l'était pas déjà dès l'âge de la pierre. C'est grâce au renne que vivent la plupart des populations de la *tundra* du Vieux Monde, de la Laponie au détroit de Bering : Lapons, Zirians, Samoyèdes, Ostiaks, Tongouses, Koryaks, etc. Ils l'élèvent pour sa chair et sa fourrure, son lait et son cuir, et ceux qui font ainsi vivent certainement mieux que les tribus restant purement chasseresses, laissant faire l'élevage par la nature, comme c'est le cas pour les Esquimaux, lesquels d'ailleurs vivent la plupart du temps de poisson et de mammifères marins.

Ces pâturages arctiques ne sont pas appréciés à leur juste valeur : il n'en est pas tiré le parti qui serait possible. Ce thème a été abondamment développé par V. Stefansson dans *The Friendly Arctic* et *The Northward course of Empire* (1921-1922), et l'argumentation de l'auteur repose sur des faits

Digitized by Google

d'expérience. En particulier sur l'expérience faite dans l'Alaska, et qui a commencé en 1891. Le renne n'est point indigène dans l'Alaska : on n'y rencontre que son parent, le caribou. En 1891, un petit troupeau de 16 rennes fut importé de Sibérie. L'année suivante, en arrivèrent 167 autres. C'était le gouvernement américain qui faisait les frais de l'importation : il voulait donner aux Esquimaux de l'Alaska, qui avaient exterminé le gibier, le moyen de vivre, non plus en chasseurs imprévoyants, mais en éleveurs sages. L'expérience a fort bien réussi. En trois ans, chaque troupeau avait doublé. Les 1 280 animaux importés avant 1902 sont devenus à peu près 500 000. Et les pâturages naturels de l'Alaska peuvent, d'après les évaluations des experts, faire vivre plus de 3 millions de ces animaux. Il est vrai, ceux-ci sont d'une petite variété, mais on pense les faire plus grands par croisements avec le caribou. D'ici vingt ans, l'Alaska pourra fournir le marché de la boucherie d'un million de carcasses de renne par an : l'équivalent de près de 3 millions de moutons. Toute cette viande serait consommée en partie sur place, en partie au loin, expédiée frigorifiée.

Le succès obtenu dans l'Alaska montre ce qu'on pourrait faire dans le Canada arctique, les Mauvaises Terres et les Iles de la même région ; peut-être aussi en certaines parties du Groënland. Il faut considérer que ces parages et partie du Spitzberg ont autrefois porté et fait vivre de vastes troupeaux de rennes. Seulement le chasseur les a exterminés, avec la collaboration du loup. En supprimant les chasses et aussi le loup, on arriverait à les rendre très productifs. C'est à quoi tâche le Canada, et le premier soin de la Norvège, en prenant possession du Spitzberg, a été d'y prohiber totalement la chasse jusqu'en 1934. Après, on verra ce qu'il y a à faire.

L'Alaska présenterait une superficie capable de faire vivre 4 millions de rennes. Et la *tundra* arctique, d'après Stefansson, pourrait faire vivre 100 millions de rennes et peut-être 500 millions de bœufs musqués. Même en réduisant ces chiffres de moitié, on voit que les terres arctiques inutilisées sont capables de fournir autant de viande qu'un milliard de moutons : dix fois la population ovine que fait vivre actuellement l'Australie. Le jeu vaut la chandelle assurément. Et à mesure que les terres de la zone tempérée se peupleront davantage et qu'il sera besoin de plus de viande, les terres impropres à la culture des céréales mais pouvant donner à pâturer devront de plus en plus attirer l'attention et être exploitées. Il n'y a pas à songer à cultiver les céréales dans la tundra arctique ; le sol est médiocre, et l'été trop court pour la maturation du grain ; jamais le fermier ne tentera de s'y substituer à l'éleveur et au berger. La viande de bœuf se fera plus rare, mais le déficit sera compensé par la chair du renne et du bœuf musqué.

Les troupeaux arctiques ne donneront pas seulement de la viande de boucherie : ils fourniront aussi du cuir et de la laine. La laine du bœuf musqué a la qualité de celle du mérinos, et l'emporte sur le cachemire. Mais sera-t-il possible de tondre des animaux ayant à résister à l'hiver arctique, et à la torture infligée par le moustique en été? Car le moustique y abonde.

L'industrie du renne est, dans l'Alaska, entre les mains de l'Esquimau. C'est pour celui-ci qu'elle a été organisée, et il possède maintenant 70 p. 100 du troupeau. En Sibérie, les troupeaux sont entre les mains des indigènes, qui seront seuls à le consommer, sur place, au lieu que de l'Alaska une forte exportation est prévue.

***

Quel sera l'effet de l'organisation de l'industrie pastorale arctique sur la population indigène? Il est permis, dit M. Rudmose Brown, de concevoir quelques doutes à l'égard des Indiens, et des Esquimaux du Canada. Car, assurément, ceux-ci seront employés surtout à surveiller les troupeaux : toute la besogne de boucherie, de conservation et de transport sera nécessairement entre les mains de représentants des races plus civilisées. L'Esquimau et le blanc seront en contact plus intime, et on peut douter que la cohabitation soit très profitable au premier. D'habitude là où deux races aussi différentes se rencontrent, c'est généralement au grand dommage de la moins avancée, à qui des virus et des maladies nouvelles pour elle sont apportés, et qui, le plus souvent, en meurt plus ou moins vite. C'est assez probablement ce qui se passera dans les parages arctiques. Déjà l'on discerne, dans les territoires du nord-ouest du Canada, que les Esquimaux sont de plus en plus dans la dépendance des Américains, Canadiens et Européens : et ce ne sont pas les Esquimaux de la meilleure espèce ; celle-ci se trouve plus au nord, vivant de la chasse seule. En Sibérie aussi, les indigènes paraissent faiblir. De sorte qu'en définitive ce sont les civilisés qui bénéficieront des mesures prises pour le bien des races arriérées : ils coloniseront et peupleront les parages arctiques, et feront voir qu'ils sont parfaitement capables d'y vivre et de s'y employer. On est, dit l'économiste anglais, pleinement autorisé à prévoir le jour où les « mauvaises terres » du Canada arctique, les *tundras* de la Sibérie, le Groenland et la Sibérie, dans cent ans, seront occupés par une population éparse, occupée à élever et à exploiter des troupeaux de rennes et de bœufs musqués. Il y a cent ans, qui donc prévoyait

Digitized by Google

que l'on élèverait le mouton en Australie, et que l'on cultiverait le blé dans les vallées du Canada ?

Mais on demandera peut-être si les populations d'origine européenne vont pouvoir s'adapter à la vie dans les parages arctiques. Généralement, l'humanité va plutôt du froid au chaud, ou tempéré, qu'elle ne suit la route inverse.

La question a son importance, car, en somme, il n'est point prouvé que la race blanche soit apte à vivre de façon permanente sous les tropiques. Qu'elle puisse y vivre certains espaces de temps « en plongeur », allant ensuite se refaire sous les climats tempérés ou même froids, cela est certain. Mais y mener une existence permanente? Cela est beaucoup plus douteux. On pourra objecter que si le blanc a peine à vivre dans les régions chaudes, cela tient à ce qu'il a la prétention d'y apporter sa physiologie, son hygiène, ses habitudes des contrées tempérées, et que celles-ci ne valent rien dans les conditions nouvelles. C'est très vrai, et il est concevable que, par suite de modifications profondes dans sa façon de vivre sous les climats chauds, par sélection aussi, une race pourrait se former ayant les qualités et l'hygiène requises pour cet habitat. Mais ce sera long et difficile, et avant le moment où ceci arrivera, les tropiques auront été appropriés par les races de couleur, mieux préparées et disposées au genre de vie requise.

D'autre part, les blancs s'adaptent aisément aux climats froids. Les ressources ne leur manquent pas pour s'organiser dans ceux-ci une existence acceptable ; il leur est aisé de faire venir ce qui n'est pas fourni naturellement par le sol, de se construire des habitations adéquates, etc. On se défend mieux contre le froid que contre la chaleur, et le premier constitue un stimulant énergique. Sans doute, les habitants des zones tempérées ont beaucoup tourné leurs regards et leurs pas vers les régions chaudes, mais la marche de la civilisation et de l'industrie est bien plutôt vers le Nord, et le maximum d'activité se rapproche plus du pôle que de l'équateur, et n'est plus sous le parallèle de Rome ou d'Athènes mais sous celui de Londres et de Berlin.

***

Le pôle offre des ressources nombreuses à l'activité et au savoir-faire des blancs ; il offre des besognes à accomplir, et qui sont profitables, des territoires à occuper et à exploiter, et qui présentent un grand intérêt, eu égard à la multiplication exagérée de la population humaine.

Les climats polaires, ou plutôt arctiques, ne sont pas malsains, et diverses expéditions y ont vécu sans peine. Il est vrai, les membres de celles-ci étaient particulièrement énergiques, robustes et jeunes, etc., il ne faut pas trop faire état des observations faites à cet égard. Si les territoires arctiques doivent être colonisés et exploités, il faut que la population puisse y vivre de façon suivie, et s'y reproduire, et ne pas faire comme tant de blancs fourvoyés dans les contrées chaudes, qui comptent les jours pour ainsi dire, les rapprochant du moment où ils pourront se replonger dans la zone tempérée.

Possède-t-on des exemples de colonisation du genre de celui qui est désirable? Pas beaucoup évidemment. Il y a le cas des Danois du Groënland. Ils y réussissent, certainement, et se portent bien, mais ils ne considèrent pas le Groënland comme une demeure permanente ; ce sont des exilés qui aspirent au retour au Danemark. Au Spitzberg, il y a des familles norvégiennes qui sont établies depuis des années, et qui y élèvent des enfants vigoureux.

Il y a même une vieille colonisation arctique qui a disparu, mais qui allait bien. Celle des anciennes colonies norses, fondées au X^e^ siècle, au Groënland du sud-ouest. Mais on dira : elles ont disparu, n'est-ce pas la preuve que la colonisation arctique est impossible? On nous dit, en effet, que ces colonies, à leur apogée devaient comporter une population de 2 ou 3 000 hommes, femmes et enfants, occupant quelque 280 fermes, où étaient élevés du bétail, du cheval, des chèvres, des moutons, où se faisait de la culture — pas bien brillante — et où l'on chassait l'ours, le renne et le phoque. Les colonies marchèrent assez bien tant que les rapports avec l'Europe durèrent : mais ceux-ci se ralentirent et cessèrent, et quand au XVI^e^ siècle finissant les rapports avec le Groënland firent repris, les colonies avaient disparu. Cela n'est pas très encourageant à première vue, évidemment.

Mais de récentes recherches faites par les Danois à Herjolfsnès, près du Cap Farewell, ont montré que les colonies n'ont nullement disparu parce qu'elles avaient été exterminées par les Esquimaux, ou auraient dégénéré par fusion avec ceux-ci. Les Norses ne s'étaient pas croisés avec les Esquimaux. Les tombeaux, par les vêtements et ornements retrouvés, ne témoignent pas d'une influence des Esquimaux ; les squelettes ne témoignent pas de croisements avec ceux-ci. Ce qui est évident toutefois, c'est que le rachitisme était fréquent, et que les malformations et preuves d'un rabougrissement étaient nombreuses. La mortalité infantile était élevée aussi. Ce qui semble établi, c'est que l'acclimatation n'était pas faite, et les probabilités sont qu'en réalité les colons ont succombé à un régime alimentaire défectueux. Le régime purement carné que supportent les Esquimaux a pu ne pas leur con-

Digitized by Google

venir, et sans doute si les communications commerciales avec le Danemark avaient continué, les colons auraient pu recevoir la farine et les céréales. En termes de physiologie, il est bien possible que les colons aient succombé à l'absence de vitamine antirachitique dans leurs aliments, et à l'insuffisance, en hiver, des rayons solaires qui provoquent l'élaboration de cette vitamine aux dépens de l'ergostérol des tissus. (1).

Aujourd'hui ce drame ne se passerait plus. Les apports avec la zone tempérée seraient assurés. Les colons ayant de la viande à vendre recevraient des visiteurs pouvant leur fournir les aliments et vitamines requis, et apporter des colons nouveaux, du sang neuf, permettant d'éviter l'excès des unions consanguines.

Les conditions actuelles ne sont plus, à beaucoup près, celles qui régnaient du Xe au XVIe siècle. Un contact permanent, assuré, avec la civilisation est possible. Un échange de nouvelles, aussi, et même de distractions, grâce à la T. S. F. Un apport d'aliments très variés, encore, grâce aux conserves.

(1) Voir le numéro de mars 1928 de *La Science Moderne*, pp. 126-128.

L'aventure dont les colonies du Xe siècle furent victimes ne se renouvellera pas. Est-ce à dire que les parages arctiques vont se peupler demain? Non, sans doute, mais peu à peu la pression de population y incitera. Ce sont naturellement les parties les plus méridionales de ces parages qui se peupleront et coloniseront les premières. Et il restera toujours un arrière-pays septentrional où seuls passeront, à la moins mauvaise saison, l'explorateur et le chasseur.

N'oublions pas que la région arctique ne présente pas seulement un intérêt pastoral. Il y a un intérêt industriel. Elle renferme des minerais et combustibles, du cuivre, de la cryolithe, et tout cela a de la valeur, et tentera l'industrie, tôt ou tard. Le Spitzberg déjà est exploité.

Ajoutons toutefois que selon toute probabilité, autant qu'on en peut juger présentement, les parages antiarctiques ne connaîtront point la colonisation. Ils ne présentent pas les conditions requises, géographiquement. Sans doute, la chasse à la baleine y est possible. Mais la baleine durera-t-elle? Les vues de M. Rudmose Brown sont intéressantes et défendables. L'avenir fera voir si elles sont justes.

Digitized by Google

Les procédés au chlore pour la fabrication des celluloses

PAR

M. Maurice BROT

Professeur à l'École de Papeterie de l'Université de Grenoble.

Les celluloses industrielles sont des produits obtenus à partir de tous les végétaux et de tous les bois par des procédés chimiques.

Les végétaux et les bois sont formés essentiellement de petites fibres d'un millimètre à un centimètre de long, d'un quart de millimètre à un millimètre de diamètre. Ces fibres de celluloses sont reliées les unes aux autres par une substance non fibreuse, par une sorte de ciment qui, suivant les végétaux, porte le nom de lignine, pectine, etc...

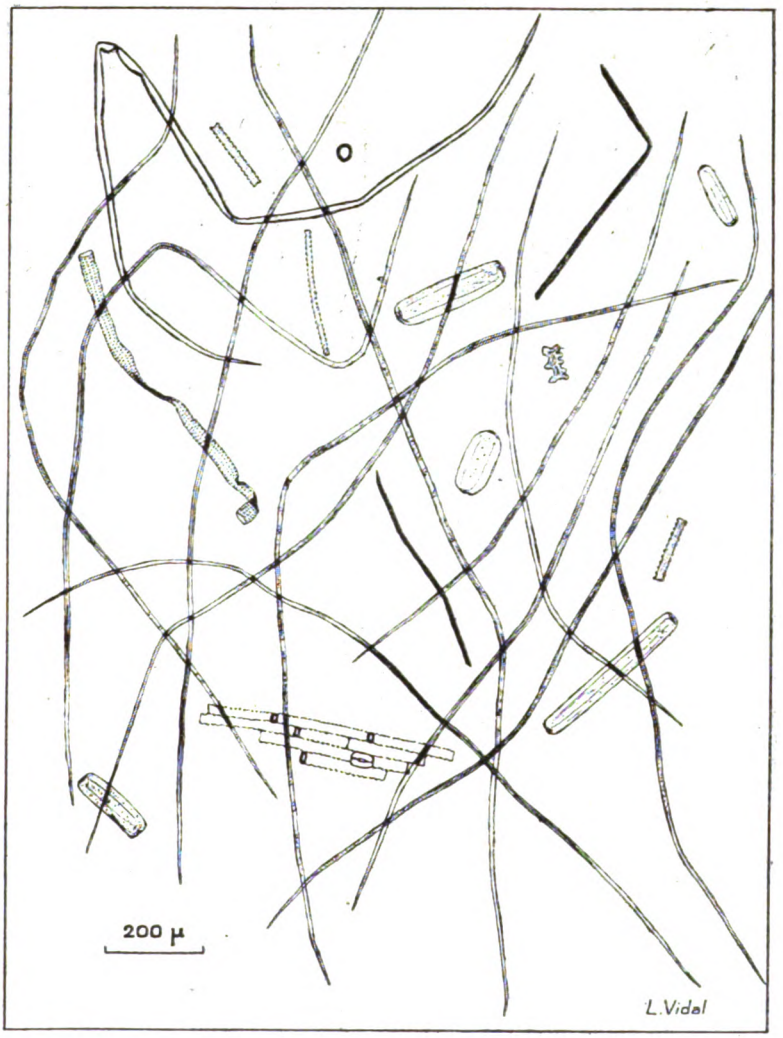


Fig. 1. — Micrographie de la cellulose de paille.

Pour isoler les fibres de cellulose qui serviront ultérieurement pour la fabrication du papier et comme succédanés du coton, on cuit les végétaux ou le bois coupés en petits morceaux, par des lessives qui contiennent soit des produits acides comme le bisulfite de calcium, ou bien des produits neutres comme le sulfite neutre de sodium, ou bien enfin, et c'est le cas le plus général, des alcalis comme la soude caustique. On chauffe sous pression de 3 à 8 kilogrammes, à une température de 130° à 175° C. pendant quelques heures (quatre à huit heures). La lignine et la pectine se dissolvent ; on sépare les fibres de la lessive noire ; on lave ces fibres, on les tamise, on exprime l'eau ; on sèche et on obtient ainsi les celluloses correspondant au végétal ou au bois qui ont été traités. Les celluloses les plus courantes sont les celluloses de sapin, les celluloses de pin, les celluloses de tremble, les celluloses de paille, les celluloses d'alfa, les celluloses de lin, les celluloses de bambou, les celluloses de jute, les celluloses de chanvre et particulièrement de chanvre manille, etc. Chaque cellulose possède des dimensions caractéristiques en longueur et en diamètre ainsi que des caractères micrographiques et quelquefois de coloration bien déterminés. Il existe pour les celluloses une véritable micrographie avec

Digitized by Google

ses traités, ses atlas, etc... et notre collègue de l'École de Papeterie, M. le professeur Vidal, publiera incessamment un ouvrage extrêmement complet avec descriptions et dessins de toutes les fibres, même les plus rares, qu'on rencontre en papeterie.

ANALYSE DES PRODUITS VÉGÉTAUX. — Pour déterminer avec une certaine exactitude les proportions de cellulose qui existent dans un végétal, on emploie couramment une méthode due à des chimistes anglais, spécialistes de la cellulose, MM. Cross et Bevan. Pour faire le dosage de la cellulose dans une paille, par exemple, on pèse un gramme de la paille coupée en morceaux, puis, on traite par une lessive de soude à 1 p. 100 pendant une demi heure à l'ébullition. Si le végétal est plus dur que la paille il est quelquefois nécessaire d'employer une lessive de soude un peu plus concentrée, par exemple, à 2 p. 100. On lave cette paille, en la filtrant sur une toile très fine, puis on soumet cette paille, qui est débarrassée de la plus grande partie des matières grasses qu'elle contenait, à un courant de chlore gazeux. Le chlore gazeux a la propriété de se combiner avec la lignine ; il se fixe sur cette lignine pour donner un produit qu'on appelle la lignine chlorée. Cette lignine chlorée possède la propriété d'être soluble soit dans les alcalis, soit dans des produits comme le sulfite de sodium.

Par conséquent, lorsque le chlore a passé pendant un certain temps sur la paille, on arrête ce courant de chlore et on lave la paille chlorée avec un alcali caustique comme la soude caustique, ou encore avec une solution de sulfite neutre de sodium à 2 p. 100. Il est quelquefois nécessaire de faire digérer la paille chlorée avec ces produits. On filtre encore, on lave, d'abord avec de l'eau distillée, puis ensuite avec un peu d'acide acétique, on lave encore avec de l'eau, puis avec un peu d'alcool ; puis on sèche à 100°. On pèse alors la cellulose et on obtient le rendement du végétal en cellulose écrue rapporté à 100 grammes du végétal.

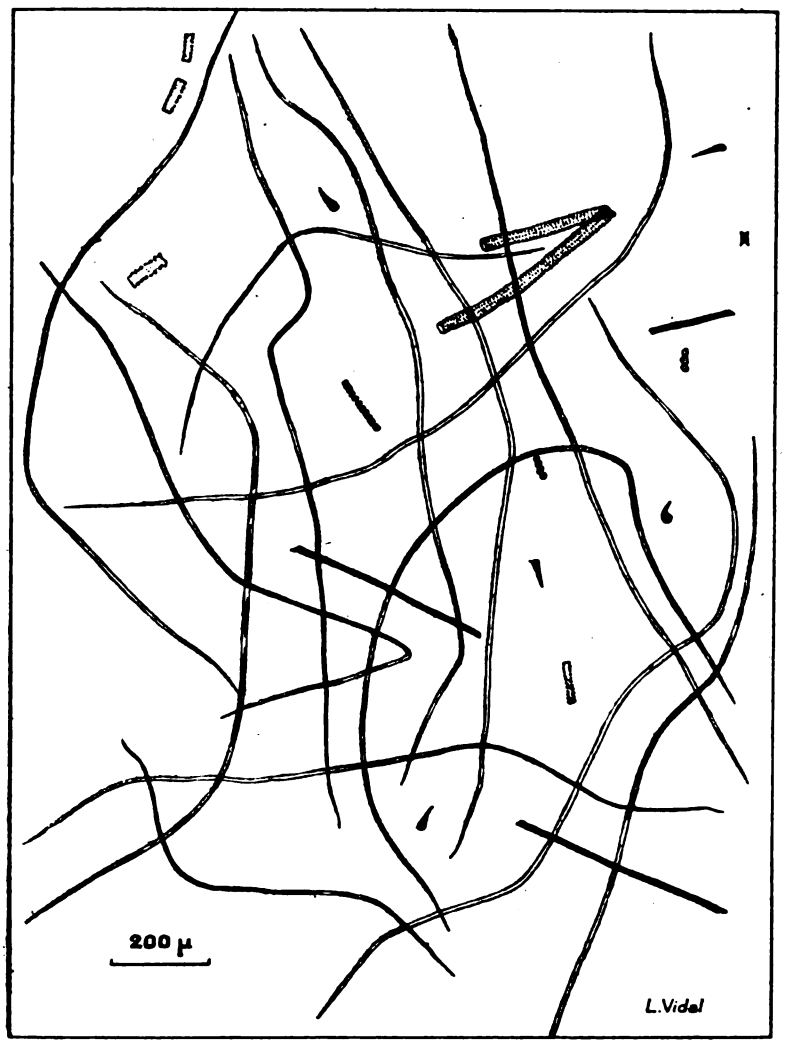


Fig. 2. — Micrographie de la cellulose d'alfa.

Très souvent on soumet cette cellulose écrue à l'action du chlorure de chaux en solution diluée ou encore à l'action du permanganate en solution diluée et acide. On filtre, on lave comme précédemment, on sèche et on pèse.

On arrive avec cette méthode à produire des celluloses très blanches et très pures, aussi a-t-on eu l'idée de fabriquer industriellement les celluloses par ce procédé analytique.

Pendant la guerre, la fabrication des gaz asphyxiants exigeait des grandes quantités de chlore ; des installations importantes furent créées et à la fin de la guerre de très importantes quantités de chlore devinrent disponibles. Naturellement, on songea à les utiliser pour la fabrication des celluloses.

Les procédés industriels au chlore reposent sur le même principe que la méthode analytique de Cross et Bevan, avec certaines variantes que nous allons indiquer. Dans certains procédés on utilise, comme

Digitized by Google

dans la méthode de Cross et Bevan, le chlore gazeux.

Le procédé industriel correspondant est connu actuellement sous le nom de procédé Pomilio. Dans ce procédé Pomilio, dont nous reparlerons, le chlore agit à une pression voisine de la pression ordinaire. Dans un procédé voisin, dans le procédé Waentig, on fait agir le chlore gazeux non plus à la pression ordinaire, mais à l'état comprimé.

Elettrochimica Pomilio qui l'a mis au point dans une usine d'essais près de Naples. Jusqu'à présent ce procédé a été appliqué à la paille, à l'alfa, au sparte de Tripoli, au peuplier etc... On commence par découper la paille et on la traite par une lessive de soude, en quantité suffisante pour employer environ de 8 à 10 p. 100 de NaOH du poids du végétal. On cuit pendant quatre heures environ à la

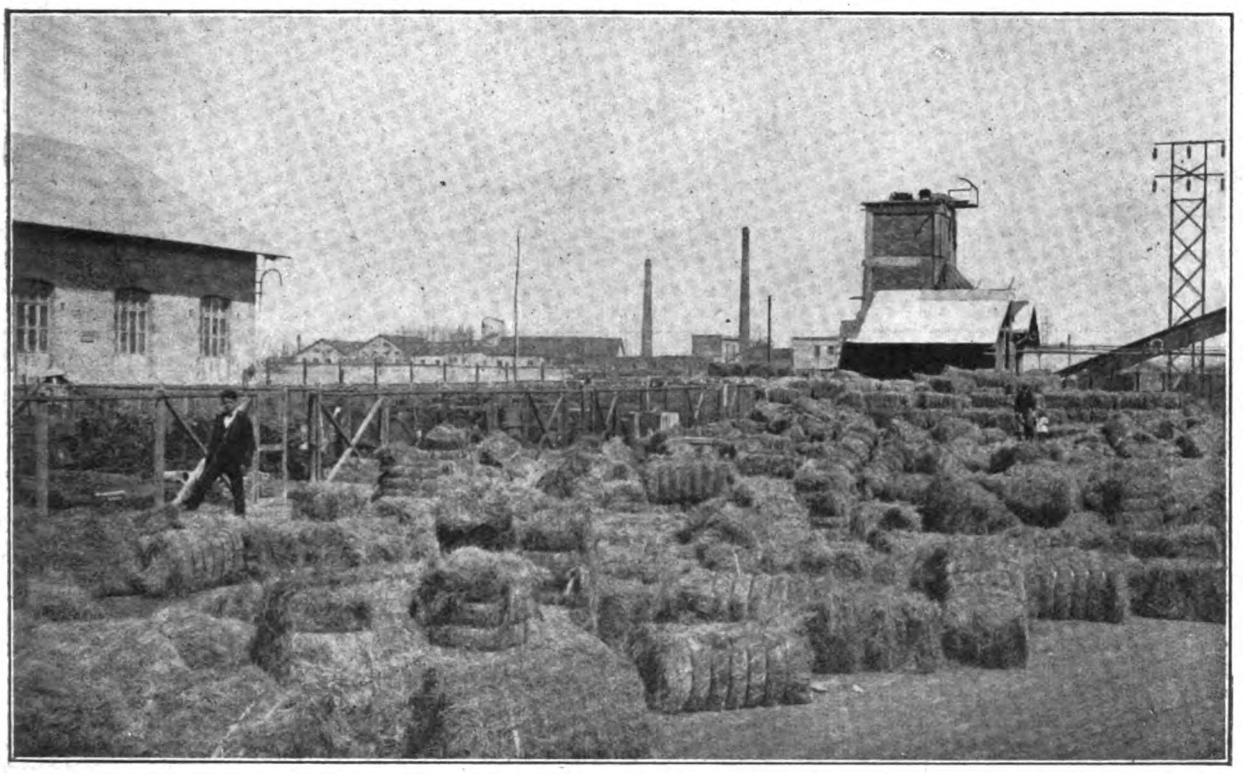


Fig. 3. — Arrivée de l'alfa à l'usine. (Cl. *Le Papier.*)

Dans d'autres procédés industriels on fait agir le chlore non plus à l'état gazeux mais en solution aqueuse. Lorsqu'on fait agir le chlore gazeux sur de l'eau froide, on arrive facilement à obtenir ce qu'on appelle une solution de chlore ou encore une solution d'hydrate de chlore. C'est cette eau de chlore qu'on fait agir sur le végétal, sur le bois qui a été traité au préalable par la soude caustique. Le procédé industriel le plus connu qui utilise cette solution de chlore est appelé le procédé de Vains.

Dans un procédé plus récent, on a cherché à éviter l'action oxydante du chlore sur de la cellulose et on utilise une solution de chlore dans le tétrachlorure de carbone. Ce procédé est utilisé uniquement par la société de Waldhoff.

Procédé Pomilio. — Le procédé dit Pomilio est à l'étude depuis plus de dix ans, et c'est la Société

pression de 4 kilogrammes à la température de 140° environ. La paille, débarrassée de la lessive noire, est placée dans de grands cylindres en ciment armé revêtus intérieurement de briques siliceuses et qui contiennent des étagères sur lesquelles repose la paille qui a subi le traitement alcalin. On fait alors entrer le courant de chlore plus ou moins riche, dont il est facile de régler la concentration et la vitesse. On arrive ainsi à modérer ou à activer l'action du chlore et la formation correspondante d'acide chlorhydrique. Cet acide chlorhydrique est très dangereux pour la cellulose, car on peut obtenir facilement la formation d'hydro-celluloses friables qui n'ont plus de résistance et qui sont tout à fait impropres à la fabrication du papier. Au bout d'une demi-heure, par exemple, on sort la paille chlorée du cylindre et on traite cette paille par un alcali, en général par de la soude caustique diluée, pour neutraliser l'acide chlorhydrique puis, pour dissoudre la lignine chlo-

Digitized by Google

rée. On procède alors à des lavages répétés, puis la cellulose, qui a encore un aspect brun clair, est soumise à l'action du chlorure de chaux pour être blanchie.

La mise au point de ce procédé a été longue et délicate. Actuellement l'usine de Naples fabrique de la pâte de cellulose avec l'alfa de Tripoli surtout et avec la paille. Les produits obtenus ont bel aspect et peuvent être employés pour la fabrication de papiers de belle qualité.

En modifiant légèrement ce procédé, pour obtenir une pâte de paille un peu moins pure, Pomilio est arrivé à obtenir un produit qui, mélangé à la pâte mécanique, permet de fabriquer un papier journal qu'on peut tirer, paraît-il, 90 mètres à la minute. Le papier journal ordinaire se tire, il est vrai, à 200 ou 300 mètres à la minute, mais la vitesse de 90 mètres pour une pâte de paille qui a la réputation d'être grasse constitue déjà un résultat très appréciable.

Enfin, le procédé Pomilio fabrique de la cellulose d'alfa de belle qualité qui, d'après Pomilio, peut être employé pour la fabrication de la viscose.

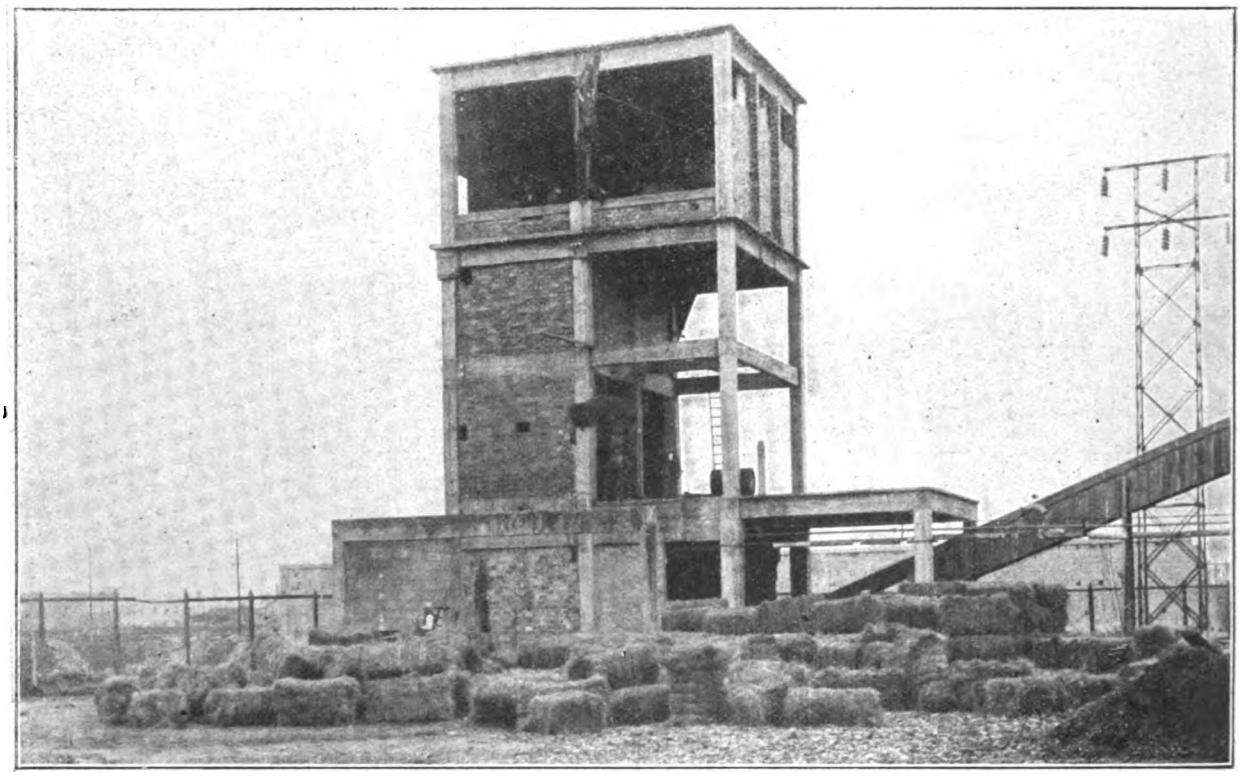


Fig. 4. — Le bâtiment des lessiveurs. (Cl. *Le Papier.*)

Procédé de Vains. — Le procédé de Vains a été appliqué dans différentes usines, en France, en Italie, Espagne, Indes Néerlandaises, etc... Quelques-unes de ces installations n'ont pas continué à travailler tandis que d'autres sont encore en fonctionnement. L'installation la plus importante et la plus moderne qui applique encore ce procédé est l'usine de Celluloses Mayen, près de Compiègne. Cette usine fabrique uniquement la cellulose de paille. La paille arrive à l'usine avec une humidité de 15 à 20 p. 100 d'eau ; elle est déchiquetée, triée. On arrive même à récupérer de 1 à 1,5 p. 100 de grains de seigle ou de blé. Puis la paille est soumise à l'action de la soude dans des lessiveurs, portés à une pression de 4 à 5 kilogrammes. Ces lessiveurs sont des lessiveurs fixes, verticaux à circulation de lessive. La lessive provient des compartiments cathodiques d'électrolyseurs genre Allen Morre et elle est assez faible, environ 30 grammes par litre. On cuit pendant quatre ou cinq heures après avoir employé de 10 à 11 p. 100 de NaOH du poids de la paille. Ensuite, on décharge les lessiveurs et on sépare la lessive noire. Pour l'éliminer plus complètement, on passe la paille dans une sorte de presse dont le principe est celui de la vis d'Archimède.

Le produit est alors défibré, c'est-à-dire qu'il est soumis à l'action d'un arbre tournant portant des bras qui arrachent les fibres et les séparent. Le produit est alors dilué dans une très grande quantité d'eau, on fait passer ces fibres en suspension dans un épurateur (tamis tournant). La suspension des fibres

Digitized by Google

dans l'eau (la dilution est de l'ordre de 1/2 p. 100) passe dans une caisse très longue portant sur le fond de petites chicanes. Les matières lourdes tombent dans ces chicanes. Cet appareil très courant dans l'industrie du papier est appelé le sablier. La suspension ainsi épurée est épaissie. Autrement dit, elle arrive sur un tamis très fin, l'eau passe à travers ce tamis et les fibres sont arrêtées. C'est ce produit épaissi qui est soumis à l'action du chlore.

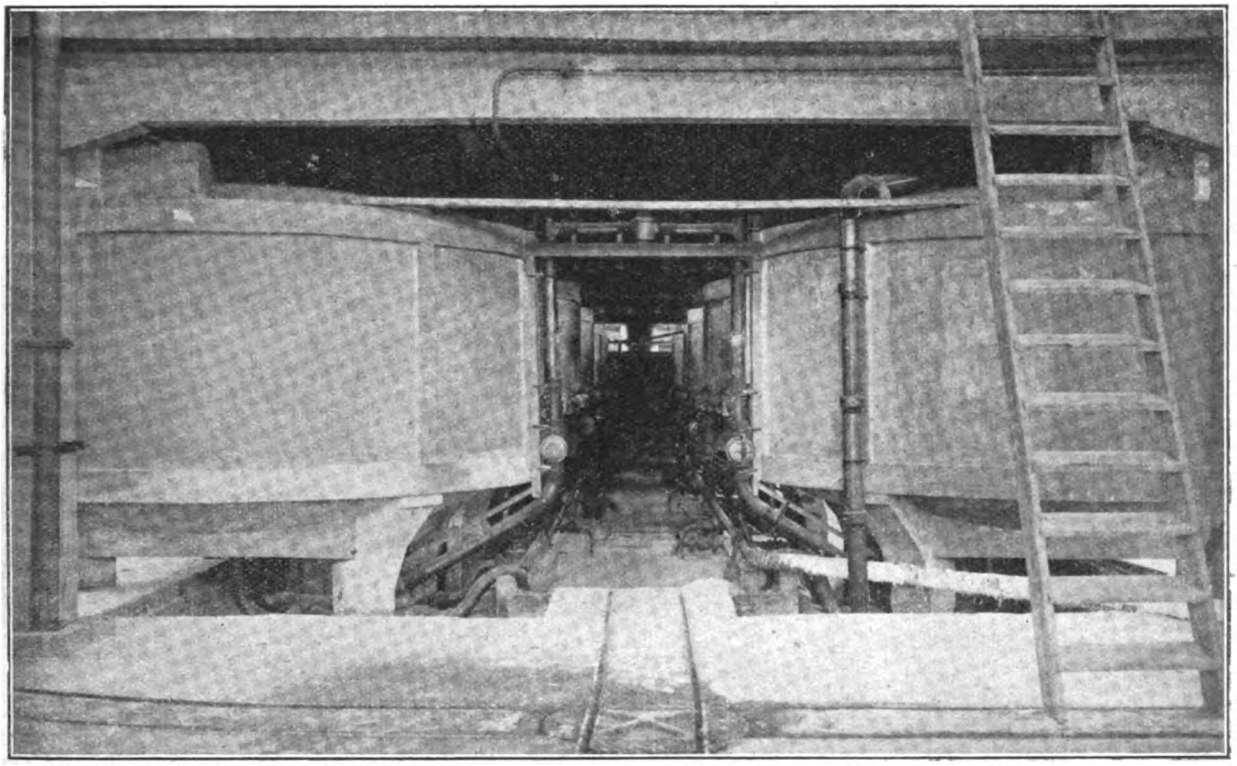


Fig. 5. — Chambres à chlorureurs. (Cl. *Le Papier.*)

Action du chlore.

Le chlore qui agit sur la paille préparée est à l'état d'eau de chlore. Pour préparer cette eau de chlore, il suffit de faire arriver dans de petites tours en grès de l'eau froide (de 5° à 15°) à la partie supérieure de la tour et le courant de chlore à la partie inférieure. On règle la vitesse de l'eau et la vitesse du chlore de manière à obtenir une solution contenant, par exemple, 4 à 6 grammes de chlore par litre. La pâte épaissie est envoyée avec l'eau de chlore dans des cylindres verticaux munis d'agitateurs. Le mélange traverse ces cylindres communiquants, de manière à séjourner dans les chlorureurs, qui doivent être bien étanches, environ deux à trois heures.

Le mélange du chlorureur est alors traité par de l'alcali d'abord, par du carbonate de soude pour éliminer le grand excès d'acide, puis par de la soude caustique qui dissout le chlorure de lignine. La neutralisation après chloruration est une opération très délicate et dont la mise au point fut longue.

Le produit qui a été fabriqué avec un léger excès de soude a encore une coloration brune. Il est nécessaire pour obtenir un produit commercial de procéder à l'opération du blanchiment. La pâte, neutralisée et épaissie, est traitée avec une solution de chlore faible dans une pile blanchisseuse ordinaire. On arrive ainsi, avec 3 ou 4 p. 100 de chlore du poids de la pâte, à obtenir un beau produit, souple, très blanc et qui sert pour la fabrication des papiers de belle qualité. Cette pâte de paille possède la propriété de donner par un raffinage très modéré des feuilles de papier dont la résistance à la rupture varie de 7.000 à 8.000 mètres, tandis que la pâte de sapin donne la résistance moyenne de 5.000 à 6.000 mètres. Il est assez difficile d'expliquer cette résistance exceptionnelle de la pâte de paille. On peut attribuer cette résistance soit à une action d'hydratation de l'acide chlorhydrique, soit à la cuisson ménagée avec une soude de concentration faible. Quoiqu'il en soit, la pâte de paille obtenue avec d'autres procédés, notamment avec le procédé classique (procédé à la soude ou au sulfite) donne rarement une résistance supérieure à 4 000 mètres.

Digitized by Google

Le procédé de Vains a été appliqué également à d'autres produits et notamment à l'alfa qui donne de belles celluloses.

Le procédé de Vains a été appliqué au pin maritime. M. Michel Jaffard a obtenu en 1923, dans les laboratoires des Papeteries de France, de belles pâtes chimiques à partir du pin maritime en traitant le pin par le mélange de soude et sulfure de sodium, puis successivement par l'eau de chlore, la soude caustique et le chlorure de chaux.

2° Désagréger la pâte, la purifier sommairement ·

3° Soumettre à l'action du chlore ;

4° Neutraliser par l'action du carbonate de soude et de la soude caustique ;

5° Laver et épaissir ;

6° Blanchir.

Les opérations successives sont certainement favorables à la désincrustation complète et à la purification de la cellulose, mais elles ne sont pas favorables au rendement en cellulose. Alors que le rende-

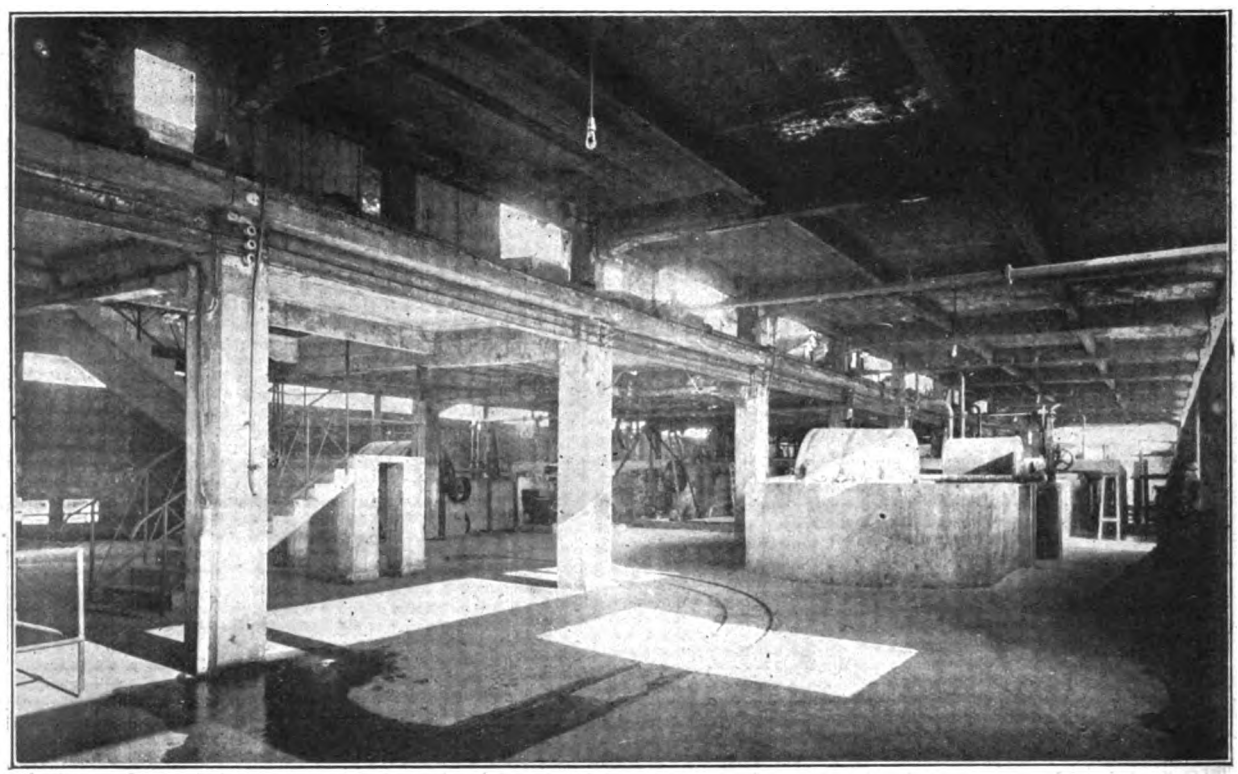


Fig. 6. — Vue des piles. (Cl. *Le Papier.*)

Critique des procédés au chlore.

Nous venons d'exposer sommairement la fabrication des cellulcses par les procédés au chlore. Quand on compare ces procédés aux procédés classiques, on remarque que le nombre des opérations chimiques dans les procédés au chlore est plus nombreux que dans les procédés classiques. Le procédé classique de traitement des pailles, de l'alfa, etc..., consiste à cuire le végétal avec une lessive de soude ou un mélange de lessive de soude et de sulfure de sodium. Après cuisson, on désagrège et on épure la paille et enfin on la blanchit.

Dans les procédés au chlore, on doit :

1° Cuire avec une lessive de soude;

ment avec le procédé classique est de l'ordre de 42 p. 100 avec une paille déterminée, avec cette même paille le rendement des procédés au chlore n'est guère supérieur à 32 p. 100.

Cette différence de rendement n'est pas excessive étant donnée la belle qualité des produits obtenus qui sont supérieurs aux produits obtenus avec les procédés classiques. Mais d'autres considérations ne sont pas favorables aux procédés au chlore.

Un des avantages importants des procédés au chlore réside dans l'absence de récupération des eaux résiduaires. Les eaux résiduaires pour être transformées à nouveau en carbonate de soude doivent subir un traitement assez compliqué et ce traitement exige des installations onéreuses.

Digitized by Google

D'autre part, ces procédés au chlore reposent sur l'utilisation des produits de l'électrolyse du sel (soude caustique et chlore gazeux). L'expérience a montré que la quantité de soude nécessaire pour le lessivage et la neutralisation était plus grande que celle produite par l'électrolyse, de sorte que, pour utiliser tout le chlore dégagé par électrolyse dans la fabrication des celluloses, il est nécessaire d'introduire dans la fabrication une quantité importante de soude de caustification.

pour la fabrication des celluloses de pailles et d'alfa et les celluloses de paille de fabrication allemande (Coswig, Rheindurckheim) sont obtenues par le procédé ordinaire à la soude ou au mélange de soude et de sulfite de sodium. Les celluloses d'alfa, fabriquées particulièrement en Angleterre, en Ecosse, en France, sont toutes obtenues par les procédés ordinaires à la soude.

Depuis quelque temps le procédé au sulfite neutre de sodium semble vouloir se substituer aux procédés

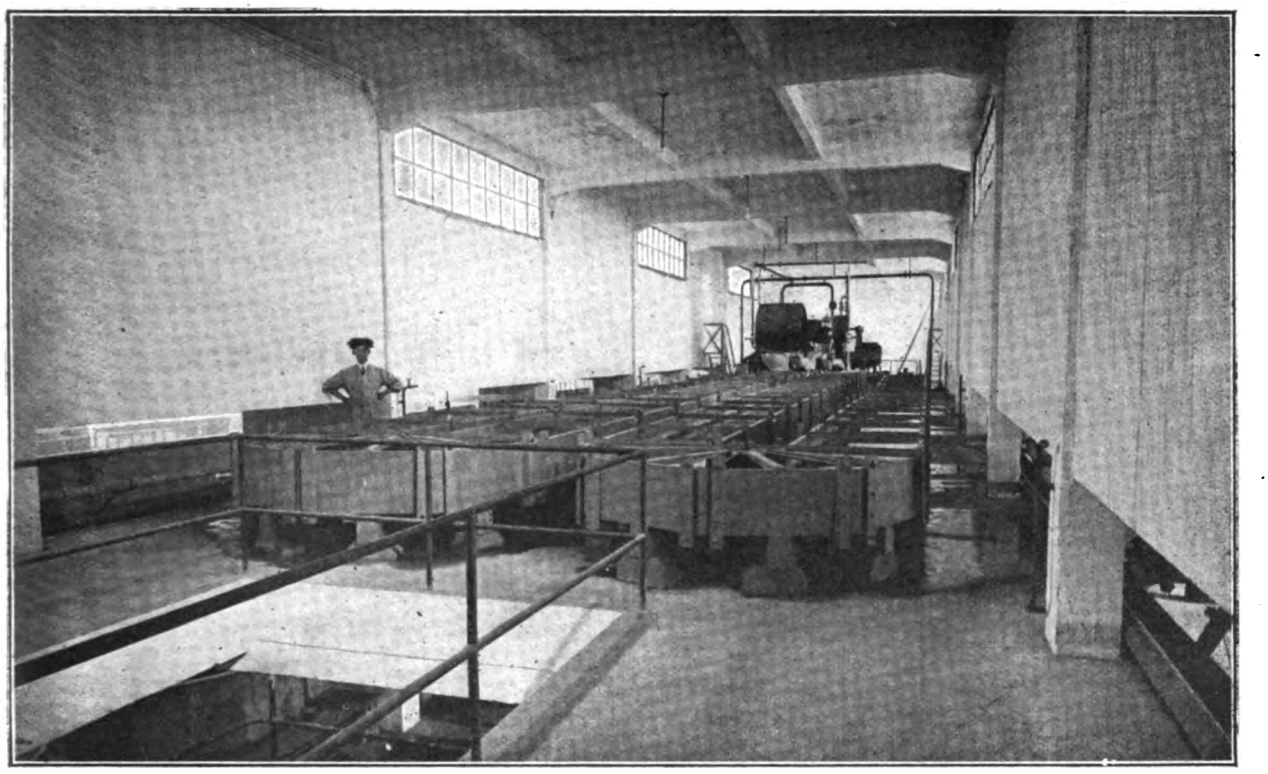


Fig. 7. — Sabliers. (Cl. *Le Papier.*)

La lessive de soude électrolytique, comme nous l'avons vu, est assez diluée et les lessives résiduaires sont trop diluées pour arriver à une concentration économique.

Enfin, par suite de la formation de l'acide chlorhydrique, qui ronge même à l'état très dilué tous les appareils métalliques, et aussi, par suite, de la complication des opérations et de l'appareillage, les procédés au chlore sont très onéreux au point de vue de l'entretien.

Ces considérations expliquent que, malgré tout l'intérêt que l'industrie électrochimique pouvait avoir au développement de ces procédés, malgré les qualités exceptionnelles des produits finis, ces procédés n'aient pas rencontré le succès économique qu'ils méritent.

Les procédés classiques continuent à être employés

classiques. Aux Etats-Unis, en Allemagne et en France quelques installations utilisent ou vont utiliser des lessives de sulfite de sodium additionné d'un peu de soude caustique. Jusqu'à présent la récupération des lessives n'est pas prévue, car cette récupération ne semble pas tout à fait au point. Ce procédé au sulfite, comme Schacht et nous-même l'avons montré, donne des rendements supérieurs de 20 p. 100 aux procédés au chlore. Est-ce à dire que le procédé au sulfite donne des produits finis de même qualité que le procédé au chlore, nous ne le croyons pas, car, les substances qui restent dans la pâte au sulfite ne sont pas nécessairement de la cellulose à l'état de fibres normales et l'incorporation des débris non fibreux, à la pâte, doit inévitablement la rendre moins souple, plus carteuse comme disent les papetiers.

Digitized by Google

Bibliographie générale.

Les procédés au chlore ont été l'objet de descriptions détaillées très nombreuses dans les journaux techniques. La revue *Chimie et Industrie*, pendant les années 1920, 1921, 1922, 1923 a publié de nombreux articles se référant soit au procédé de Vains, soit au procédé Pomilio.

Les journaux spéciaux le *Papier* et *La Papeterie* ont aussi, pendant les mêmes années, publié des descriptions et des discussions sur ces procédés.

Le lecteur qui voudrait avoir enfin des renseignements plus détaillés sur les procédés au chlore en général, et notamment les procédés Waentig, Wenzl, Waldhoff etc... devraient consulter les journaux de la papeterie allemande pendant les mêmes années et particulièrement *Papier Fabrikant*, avec son supplément *Cellulose Chemie*, *Wochenblatt für Papier-Fabrikation*, etc...

Conclusions.

Nous avons eu l'occasion pendant le congrès des chimistes canadiens de Québec (Canada) en 1927, de discuter longuement sur les procédés au chlore avec le professeur Goodwin, de Queen's University, Université de l'Ouest Canadien, où la paille est très abondante.

Très souvent cette paille est brûlée sur place.

Après un échange de vues approfondi, nous avons conclu que, dans des pays très riches en paille et en produits analogues où la matière première n'avait sur place que très peu de valeur, tous les procédés, procédés au chlore, procédés classiques, procédés au sulfite, pouvaient être utilisés. Dans les pays où la paille a une valeur normale, le problème est beaucoup plus délicat. C'est alors que tous les facteurs du prix de revient doivent être très serrés et, malgré les bonnes qualités des belles pâtes au chlore, il est à craindre que ces celluloses ne puissent pas lutter avec les produits obtenus par les procédés classiques.

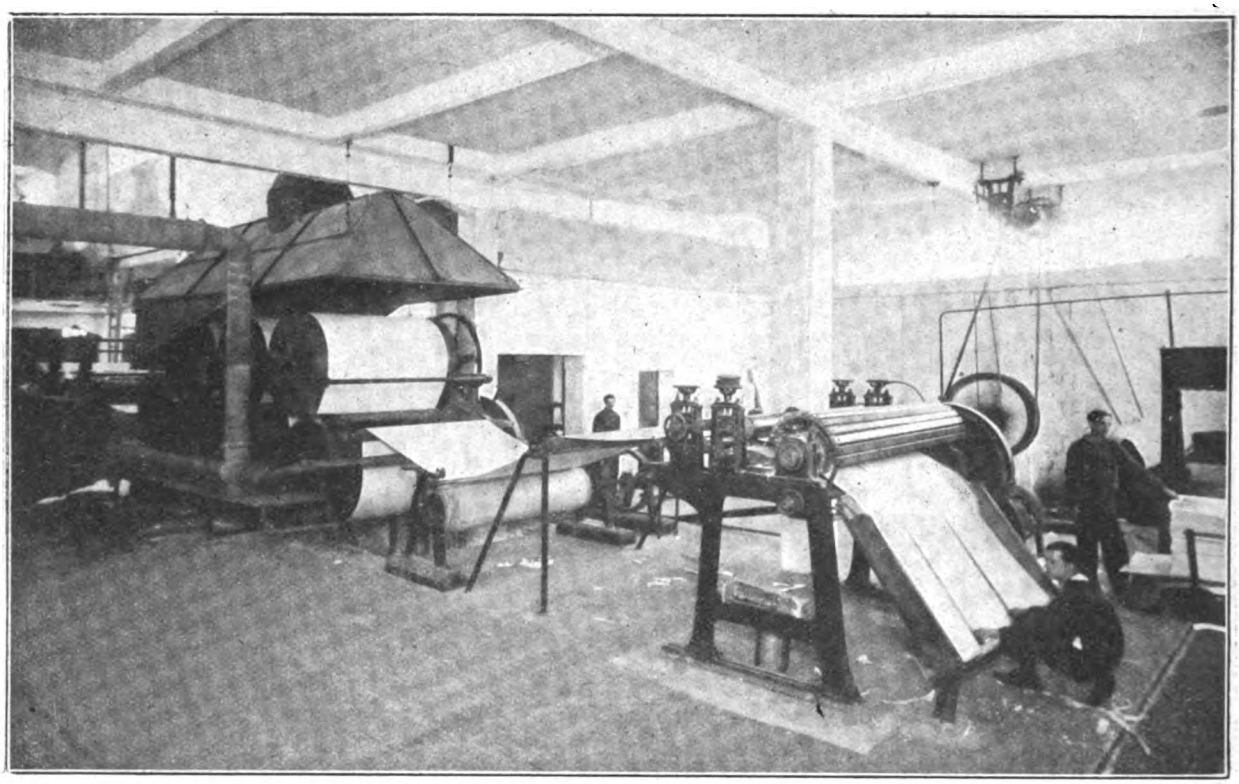


Fig. 8. — Sécherie et coupeuse. (Cl. *Le Papier*).

Digitized by Google

Informations scientifiques

Venin de vipère et virus rabique. — Dans une récente note à l'Académie des sciences, Mme Phisalix a montré que le venin de vipère aspic, associé au venin muqueux de certains batraciens et inoculé à doses répétées, et telles que le lapin qui les reçoit se montre vacciné contre l'action des venins employés, rend l'animal réfractaire au virus rabique fixe, introduit par la voie intra-cérébrale, qui est la plus sévère ; en d'autres termes, les venins de vipère et de batraciens sont préventifs ou rabicides *in vivo*. M. A. Calmette avait auparavant fait la même constatation avec le venin de cobra : les lapins, fortement vaccinés contre ce venin, résistaient au virus rabique des rues introduit dans la chambre antérieure de l'œil.

Dans les deux cas, le sang des animaux vaccinés contre les venins et qui était ainsi devenu antivenimeux, était, par surcroît, devenu antirabique.

Cette action antirabique *in vivo* se produirait-elle *in vitro*? En d'autres termes, le virus, mis au contact du venin, serait-il tué par celui-ci, et perdrait-il de ce fait le pouvoir de rabiser le lapin? La réponse exige vérification, car l'action vaccinante résulte d'une réaction de l'organisme, qui met toujours un certain temps à se produire ; elle est d'ordre physiologique, tandis que la neutralisation par contact immédiat du venin et du virus est plus rapide, étant d'ordre chimique ou physico-chimique.

Comme l'expérience se fait par dépôt direct du mélange venin-virus dans les centres nerveux du lapin, il faut éliminer d'abord les composants toxiques du venin, en chauffant celui-ci à la température de 75° pendant quinze minutes, car, d'après les recherches antérieures, le mélange venin-virus se montre rapidement toxique et mortel en moins de trente-six heures, à la faible dose de venin qui reste fixée sur le virus, même quand on a eu la précaution de débarrasser le mélange de l'excès de venin par centrifugation et de laver le culot de centrifugation de ce mélange à l'eau salée physiologique. Après le chauffage, le venin de vipère ne contient plus, d'après les expériences de Phisalix et de Bertrand, que les substances antivenimeuses et vaccinantes qui constituent l'échidno-vaccin.

L'expérience montre que le venin chauffé à la température où il garde son pouvoir antivenimeux présente des propriétés rabicides ; le fait est nettement établi. Si alors on répète l'expérience avec une solution de venin portée dix minutes à 100°, ayant ainsi perdu tout pouvoir antivenimeux, *in vivo* et *in vitro*, Mme Phisalix arrive à ce résultat que des deux lapins ayant reçu dans l'encéphate le mélange venin-virus, le dernier ne devient paralytique, rabique que le vingt-neuvième jour, le premier meurt au trente-troisième jour avec un retard manifeste sur les témoins.

Le premier lapin n'ayant rien présenté d'anormal, est éprouvé au quarante-troisième jour par inoculation sous-méningée de $0^{cm^3},5$ d'une émulsion décimale de virus fixe ; les premiers symptômes rabiques apparaissent le dixième jour ; il meurt le quinzième jour, ce qui montre que sa résistance n'était pas due à l'immunité naturelle qu'il aurait pu présenter, mais bien à ce que le virus était neutralisé.

De l'ensemble de ces faits, il résulte que :

1° Le venin de vipère, chauffé à la température qui détruit sa toxicité, tout en réservant son pouvoir antivenimeux, se montre en outre rabicide *in vitro*. (L'auteur avait précédemment établi son action rabicide *in vivo*.)

2° Le chauffage du venin, à la température qui détruit sûrement son pouvoir antivenimeux, soit 100° pendant dix minutes, laisse subsister son pouvoir rabicide, ce qui montre l'indépendance de ces deux pouvoirs et, par suite, celle des substances auxquelles ils sont dus.

Il y a mètre et mètre. — C'est du moins ce qui ressort d'une note de M. P. Helbronner, à l'Académie des Sciences.

M. P. Helbronner, en effet, rappelant les coïncidences qu'il a obtenues dans la comparaison des résultats de la triangulation italienne avec ceux de sa triangulation fondamentale des Alpes et aussi de la jonction de celle-ci aux îles de l'archipel toscan, indique que les chiffres des écarts publiés doivent être notablement diminués si l'on tient compte du fait que le mètre des bases italiennes établi sur la toise de Bessel a été reconnu trop grand de 26 microns par rapport au mètre dit international qui a servi aux triangulations modernes du Service géographique de l'armée française auxquelles se rattachait sa base initiale. Après la correction, qui est de l'ordre d'un soixante-quatorzième millième de longueur, les écarts entre les résultats italiens et ceux de l'auteur tombent en général à moins d'un cent millième, ce qui est très satisfaisant.

Le secret des communications téléphoniques. — M. Rateau a présenté une note intéressante de MM. Conti, de la Ville Le Roulx et Coret sur la sélection des communications de départ et d'arrivée dans les réseaux téléphoniques à batterie centrale, à l'Académie des Sciences. Dans cette note, a-t-il dit, les auteurs montrent qu'il est possible de sélectionner, sur les lignes desservant les postes particuliers, les communications d'après le sens dans lequel elles sont établies ; et ceci dans tous les réseaux téléphoniques à batterie centrale, que la commutation soit manuelle ou automatique.

En intercalant, sur le circuit, un relais dont l'organe meneur n'est mis en action que par les seules communications d'arrivée, ils sont parvenus à opérer cette sélection.

Le dispositif spécial qu'ils ont construit à cet effet et qui a été présenté à l'Académie assure éventuellement le verrouillage unilatéral d'un poste téléphonique, c'est-à-dire qu'il interdit l'appel à partir de ce poste à quiconque ne possède pas la clef qui introduite dans l'appareil le court-circuite, sans faire obstacle aux communications d'arrivée auxquelles on peut toujours répondre.

D'où la possibilité pour un abonné de s'assurer que des communications ne seront pas demandées à son insu, sur son poste par des tiers, ceux-ci conservant la faculté de répondre aux appels. Résultat auquel la généralisation de la conversation taxée donne une portée pratique intéressante.

En outre, par application du même principe, en limitant les conditions de fonctionnement de l'organe meneur du relais il sera possible d'obtenir que seules les

Digitized by Google

communications, dont l'appel sera fait suivant une forme préalablement convenue et tenue secrète, soient reçues. D'où une méthode de protection pouvant être utilisée dans les relations téléphoniques des autorités civiles ou militaires entre elles.

Les vitamines et la margarine. — Un reproche que l'on peut faire à la margarine au point de vue de la nutrition est qu'elle manque de vitamines, et que dès lors elle ne peut être considérée comme pouvant remplacer le beurre, qui, lui, en contient. Est-ce à dire qu'il faille renoncer à la première? En aucune façon. Car le beurre et le lait — qui se font plus rares et plus chers — ne sont pas les seules sources possibles de vitamines A et D : on en trouve ailleurs. C'est le point de vue qu'ont récemment développé MM. O. Rosenheim et T.-A. Wihster, du *National Institute for medical Research*.

Considérons d'abord la vitamine A. Elle existe dans le foie, non seulement de la morue, mais des mammifères, oiseaux, et poissons en général. Car chez eux, le foie fournit la réaction colorée au chlorure arsenical qui caractérise cette vitamine. Et d'autre part, l'ingestion de foie fournit la vitamine requise, comme le démontre l'expérimentation. En fait, l'huile de foie de morue est loin de représenter le corps le plus riche en vitamine A, comme on l'a cru, ce qui a donné à l'industrie de l'huile de foie de morue un essor considérable. Et la teneur en cette vitamine est souvent plus de cent fois plus élevée dans l'huile du foie du flétan, du saumon, et d'autres poissons. Il ne semble guère possible d'utiliser le foie de ces autres poissons comme source commerciale de vitamine. On ne peut guère non plus envisager une utilisation commerciale du foie de divers oiseaux, également riche en celle-ci : foie de coq de bruyère, d'oie, de pétrel fulmar. Mais on peut très bien s'adresser au foie des mammifères herbivores, qui constituent « une source idéale » de vitamines. Idéale, et réelle. Chez les mammifères, comme chez les autres animaux la vitamine A du foie provient des aliments végétaux, des plantes vertes, qui l'élaborent. Les matières grasses du foie du mouton, du bœuf, du veau sont jusqu'à dix fois plus riches en vitamine A que la bonne huile de foie de morue. Si le beurre contient en moyenne de 1/20e à 1/100e de ce qu'on trouve de vitamine dans l'huile de foie de morue, la matière grasse du foie se montre de deux cents à mille fois plus riche que celle-ci.

Le foie des animaux herbivores domestiques constitue donc une source très importante de vitamine A et, disent les auteurs, les margariniers trouveront aisément le moyen d'incorporer à la magarine la vitamine A du foie des animaux de boucherie, et d'en faire un équivalent physiologique total du beurre.

Et la vitamine D, où la chercher, pour l'ajouter à la margarine aussi? Le foie du mouton n'en contient pour ainsi dire pas. Par contre, on en trouve dans la graisse générale des poissons. L'huile d'anguille est particulièrement riche en vitamines A et D ensemble. Il n'est toutefois pas nécessaire de créer une industrie ayant l'anguille pour matière première.

La vitamine D peut être artificiellement produite par l'irradiation de l'ergostérol, et l'ergostérol irradié se révèle un anti-rachitique très puissant. Il suffit d'une dose variant d'un dix-millième à un vingt-millième de milligramme par jour, pour guérir le rachitisme chez le rat Chez l'homme le rachitisme se traite et guérit rapidement avec 2 ou 4 milligrammes par jour. Il n'y a donc qu'une très petite quantité à incorporer à la margarine. Et cette quantité, c'est à la levure qu'on la demandera : la levure fournira sans peine autant d'ergostérol que l'on voudra.

Les margariniers auraient donc le moyen de donner à leur produit deux vertus qui lui manquent et d'en faire par les additions qui viennent d'être indiquées, un équivalent du beurre. La margarine vitaminée aurait même l'avantage, car il serait aisé d'assurer à celle-ci une teneur constante et uniforme en vitamines A et D, au lieu que la teneur chez le beurre varie, et dépend les aliments donnés à une vache.

La margarine peut donc, physiologiquement, être rendue équivalente au beurre, et présenter les mêmes vertus alimentaires, et rendre les mêmes services en cuisine. Mais pourra-t-on lui donner le goût particulier et très fin du beurre ? Cela n'est guère probable. L'essentiel toutefois est d'avoir fourni à la margarine les moyens de posséder les vertus du beurre. Le charme à moins d'importance.

Œufs de poule sans jaune. — Dans la *Revue d'Histoire Naturelle appliquée* il a été récemment parlé de cas d'œufs de poule dépourvus de jaune. A ce propos un aviculteur algérien, M. J. C. Gelebert observe que le phénomène n'est pas rare. Et il énumère les cas où celui-ci peut se produire. Ils sont au nombre de trois.

Le fait s'observe chez la poulette extérieurement formée, vivant dans le poulailler des pondeuses, soumise au régime excitant de ces dernières, et ayant en abondance du calcaire à sa disposition. Elle pond quelquefois un œuf sans jaune, mais rarement deux. Le fait doit être attribué au régime, qui fait que l'oviducte fonctionne déjà lorsque pourtant la grappe ovarienne n'est pas encore arrivée à maturité. L'auteur a remarqué aussi que la poulette qui présentait ce cas était généralement une bonne pondeuse par la suite.

Second cas : une poule adulte, bonne pondeuse, à la fin de son cycle de ponte, peut pondre deux, rarement trois œufs sans jaune. Tous les aviculteurs ont remarqué que, suivant les races et les lignées, le cycle de ponte varie énormément et qu'après ce cycle la ponte s'arrête pendant un temps variable. Or, si au moment de cet arrêt la poule est encore soumise au régime des excitants et des calcaires, elle pondra quelques œufs sans jaune, parce que l'oviducte fonctionne encore tandis que la grappe ovarienne est à l'arrêt.

Le troisième cas est assez rare et l'auteur ne l'a observé qu'une seule fois.

Il s'agit d'une malformation qui provoque un manque de concordance entre les organes de la ponte et qui fait que la poule qui en est affligée pond souvent des œufs à deux jaunes, et quelquefois, plus rarement, des œufs sans jaune.

Digitized by Google

La Densimétrie Océanique

PAR

J. THOULET

Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

La densimétrie a été appliquée pour la première fois à l'étude de l'Océan par l'Américain Maury qui, pour expliquer la circulation marine, comparait les eaux salées selon leur position et leurs mouvements à des huiles légères qui en accomplissant leurs circuits se transformaient en eaux sursalées et revenaient ensuite à leur état d'huile afin de recommencer leur cycle. La théorie entière des densités *in situ* tire son origine de cette comparaison que Buchanan appliqua dans le Pacifique, l'Atlantique, le golfe de Guinée et même la Méditerranée, après avoir pendant toute la durée de la campagne du « Challenger » à travers tous les océans, établi et mesuré lui-même les longues listes de températures et de densités *in situ* exposées dans les « Reports ». A mon tour, je les lui emprunte pour les mettre sous une forme graphique et les discuter. Je mentionnerai brièvement tout d'abord les premiers résultats que les nouvelles théories ont permis d'obtenir.

***

La densité d'une eau de mer est le poids de l'unité de volume de cette eau (1 décimètre cube = 1 000 centimètres cubes = 1 litre).

Le volume d'un liquide variant avec la température, deux sortes de densités sont à considérer :

1. *La densité in situ* σ^t à la température t que possède l'échantillon à la place, à la profondeur et au moment même où on l'a recueilli.

2. *La densité normale* σ^0 de cet échantillon ramené à la température de 0°.

L'eau de mer étant susceptible d'être considérée comme constituée par une certaine quantité de divers sels (variables selon l'échantillon), dissoute dans de l'eau douce, on suppose pour une première étude, que la densité de 1 litre d'eau salée à 0° se compose du poids de ce litre d'eau douce sensiblement égal à 1,0000 et du poids des sels dissous.

Par exemple, une densité normale étant $\sigma_0 = 1{,}02579$ est composée de deux parties : Eau douce = 1,00000 grammes, et sels = 0,0279 ou, comme il est d'usage de l'écrire, 58, en n'employant, pour les graphiques afin d'obtenir un dessin à une échelle pratique, que quatre décimales, la dernière étant forcée, s'il y a lieu, (si la cinquième dépasse 5), et en supprimant les deux premières 02 qui sont les mêmes pour la presque totalité des eaux océaniques.

Cette valeur σ_0 de la densité normale dont on retranche l'unité est la *salure*, c'est-à-dire sensiblement le poids $\sigma_0 - 1$ de tout ce qui n'est pas de l'eau douce dans 1 litre à 0° de l'échantillon considéré. Il ne faut pas la confondre avec la *salinité*, poids d'ailleurs lui aussi approximatif, du chlorure de sodium évalué par un dosage volumétrique exigeant un appareil coûteux, fragile et encombrant à bord d'un navire, la présence d'un technicien, une dépense de temps et de peine pour rendre les mêmes services que la salure donne immédiatement. En cas de besoin, des tables dressées à l'avance permettraient de passer avec sensiblement la même approximation d'une salure à une salinité et réciproquement.

En définitive, les caractères densimétriques d'un échantillon d'eau de mer sont :

La densité *in situ*	σ^t
La densité normale à 0°	σ_0
La salure	$\sigma_0 - 1$
La température *in situ*	t

Ces diverses caractéristiques, isolément ou groupées, mises en graphiques permettent de tracer des courbes représentant la condition de l'Océan au lieu, à la profondeur et au moment où la récolte de l'échantillon d'eau a été effectuée. L'ensemble des trois courbes est une sorte de photographie instantanée des phénomènes en train de s'accomplir à cette place, au sein de l'Océan.

Ces graphiques sont des diagrammes, des profils et des cartes.

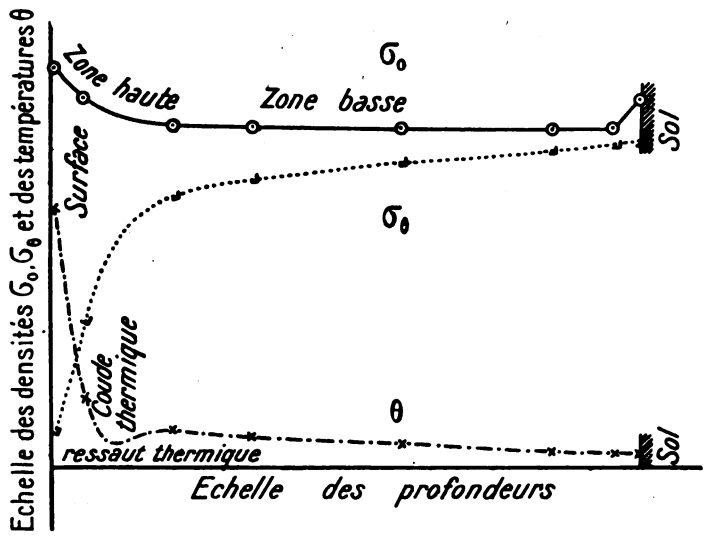
Diagrammes. — Sur une double feuille de papier (30 × 20) carroyé en carrés de 5 millimètres de côté dans le sens longitudinal, les densités et les températures étant comptées en ordonnées et les profondeurs en abscisses, on trace trois courbes exactement les unes sous les autres relativement à la profondeur. La première qui est la plus haute représente à la fois les densités normales σ_0 et les salures ; la seconde immédiatement au-dessous figure les densités *in situ* et la troisième sous la seconde, les températures *in situ* t.

Sur la courbe σ_0 on distingue deux portions, l'une superficielle, la *zone haute* en général, plus ou moins

Digitized by Google

inclinée et relativement peu épaisse et une portion droite et presque horizontale, la *zone basse* plus épaisse; enfin dans le cas de l'existence sous-marine d'un volcan, une portion relevée peu épaisse, le coude volcanique ou de salure, qui témoigne d'une brusque sursalure de l'eau au contact du sol. L'effet résulte de la présence ou du proche voisinage d'un orifice volcanique plus ou moins actif.

Une zone haute horizontalement au-dessus de la zone basse indique que l'eau de surface plus salée en conséquence de l'évaporation, surnage l'eau profonde moins salée, c'est le *régime océanique*, en apparence anormal et le plus commun. Si la zone haute, sur le diagramme, est plus bas que la zone basse, l'eau superficielle moins salée indique un apport particulièrement abondant d'eau douce ou le voisinage de la terre. C'est le *régime méditerranéen*. En dernier lieu, la zone haute et la zone basse sensiblement en continuation l'une de l'autre témoignent d'un *régime moyen*.



La courbe σ_0 indique aussi les conditions de l'eau superficielle au point de vue des courants de surface plus ou moins salés.

La courbe $\sigma\theta$ immédiatement établie d'après les mesures directes représente la position des molécules liquides au sein de la masse océanique et permet d'expliquer la nature, la montée ou la descente des nuages liquides.

La courbe θ se rapporte uniquement à la température des molécules et des aires verticales de densités.

Profils. — Les diagrammes se groupent en profils, coupes verticales de l'Océan le long de lignes de sondages jalonnées par un certain nombre de stations dont chacune est figurée par son diagramme. Il y a trois sortes de profils, en σ_0, en $\sigma\theta$ et en θ, c'est-à-dire relatifs aux densités normales, aux densités *in situ* et aux températures. Pour chacune de ces catégories, il existe deux sortes de profils.

1. PROFILS PAR AIRES VERTICALES. — Les stations et les prises d'échantillons profonds sont inscrites à la suite les unes des autres sur des lignes horizontales d'égale profondeur à des distances autant que possible proportionnelles à celles qui les séparent en réalité ; les densités ou les températures sont comptées en ordonnées verticales au-dessous de chaque station, selon leur profondeur. La station ou la prise d'essai est marquée par un point à côté duquel est inscrite, en chiffres, la cote de la caractéristique particulière représentée. L'opération terminée pour tout le profil, on entoure d'une courbe les diverses cotes de même valeur de manière à établir ainsi des aires représentant en coupe verticale la répartition de la caractéristique sur la surface entière du profil. Les aires deviennent plus faciles à distinguer si on les recouvre d'une teinte lavée verte pour les σ_0, indigo pour les $\sigma\theta$ et carmin pour les θ respectivement d'intensité croissante avec la cote de la caractéristique.

2. PROFILS PAR LIGNES BRISÉES. — Ces profils montrent immédiatement la variation de la caractéristique à une même profondeur et suivant une série de profondeurs superposées. Les densités, les salures ou les températures isobathes sont inscrites au-dessous de chaque station du profil en ordonnées, d'après une échelle verticale et les points ainsi obtenus reliés les uns aux autres par une petite ligne forment une ligne brisée unique donnant l'image de variations de la caractéristique choisie suivant une même profondeur. On établit ainsi, superposées les unes aux autres sur toute la longueur et la profondeur du profil, une suite de ces lignes brisées chacune à sa profondeur particulière.

3. CARTES. — On pourrait encore dresser des cartes en sections non plus verticales mais horizontales et à diverses profondeurs à la suite de sondages densimétriques en quinconce, ainsi que je l'ai proposé, en des points dits principaux, sommets de trapèzes, de méridiens et de parallèles à coordonnées géographiques exprimées par des nombres *ronds* de degrés de latitude et de longitude. Ces cartes rendraient probablement des services. Malheureusement jusqu'à présent, aucun essai de ce mode de représentation figurée n'a été fait sur une région limitée.

Lecture des graphiques. — La lecture des divers graphiques et leur comparaison mutuelle vont four-

Digitized by Google

nir l'image immobilisée fidèle des phénomènes qu'on pourra, grâce à elle, examiner à loisir, de manière à constater leur existence et souvent à trouver immédiatement leur explication. La lecture est tout d'abord l'application d'un principe fondamental, le calme des abîmes et le mode de propagation et de diffusion à travers la masse liquide de l'agitation mécanique, de la chaleur et de la salure.

La propagation de l'agitation mécanique devient insensible, la première, à une très faible profondeur au-dessous de la surface. Cialdi, d'après les observations d'un grand nombre de navigateurs, a établi qu'à 200 mètres les plus violentes tempêtes superficielles étaient incapables de déplacer les sables et même les vases du fond. Sans qu'il soit possible de fixer avec une précision absolue cette limite faute d'un instrument approprié, on est en droit d'affirmer qu'à une très faible profondeur toute agitation mécanique cesse de se faire sentir de sorte qu'un calme complet règne dans les abîmes de la mer. Sans parler d'une foule d'autres preuves, un heureux hasard a permis à sir John Murray de constater directement le fait, à bord du *Challenger*, qui est pleinement confirmé par la densimétrie.

Des expériences synthétiques bien faciles à reproduire montrent que la chaleur se propage plus loin et plus régulièrement que l'agitation mécanique, enfin que la propagation et la diffusion de la salure sont tellement lentes que deux eaux de mer de salure très peu différentes, surtout dans le calme des profondeurs, se comportent entre elles presque comme deux liquides différents à peine miscibles l'un avec l'autre.

Cet ordre de miscibilité différente présente une conséquence importante. Les courants marins depuis les plus puissants tels que celui de Humboldt, dans le Pacifique, ou le Gulf Stream, dans l'Atlantique, jusqu'aux minces filets d'eau courante ayant une individualité quelconque de salure ou de température, la conservent relativement longtemps au sein d'eaux ayant une individualité différente de la leur. Entre elles le mélange se fait lentement, mais dans un ordre régulier : d'abord la propagation mécanique pour faire place à l'équilibre thermique et ensuite et plus loin l'équilibre salin plus ou moins troublé par le voisinage du fond, surtout s'il est volcanique.

Quand deux eaux superposées au sein de la masse océanique sont de densités *in situ* différentes, la plus lourde, plus haute, tend à descendre à travers la plus légère et inversement, si la plus légère est la plus basse, elle remonte à travers la plus lourde. Quand ces deux sortes d'eaux sont au-dessus d'un obstacle et juxtaposées l'une à l'autre, la plus lourde descend et s'étend sur l'obstacle au-dessous de la plus légère en soulevant celle-ci et en l'obligeant à remonter. Ce principe explique l'existence des nuages liquides descendants et ascendants, ainsi que la montée des colonnes liquides sorties des volcans.

Les volcans abyssaux comme les volcans subaériens manifestent un ordre décroissant d'activité, depuis le volcan en éruption violente jusqu'à la mofette d'acide carbonique mélangé plus ou moins d'acide sulfhydrique ; volcans acides donnant des laves, fumerolles et enfin mofettes accompagnés de torrents d'eau de moins en moins chaude et salée, et en dernier lieu, de gaz d'abord d'acide sulfhydrique comme dans la mer Noire et enfin d'acide carbonique comme en Italie et en Auvergne.

Les documents graphiques relatifs à une région géographique déterminée sont utilisés de la manière suivante au point de vue de la volcanicité abyssale et de la circulation océanique.

On commence par admettre que dans un phénomène de ce genre tout se passe essentiellement, comme dans le phénomène aérien correspondant, mais avec les modifications dues au changement de milieu gazeux en océanique. On suppose ensuite ces modifications et l'on constate pour chacune d'elles son accord ou son désaccord avec les graphiques. Dans le premier cas, la supposition première confirmée devient une vérité, dans le second cas on s'efforce d'expliquer le désaccord. On parvient ainsi à lire le graphique sans trop de difficultés.

***

Volcans. — Un volcan est une éjection plus ou moins abondante de lave, d'eau plus ou moins chaude chargée de sels et de gaz qui dissous augmenteront la salure de la mer ou la diminueront si l'eau éjectés est douce et par conséquent modifieront sa densité ainsi que sa température. On voit que les conditione sont complexes, parfois concordantes et parfois antagonistes, qui selon leur présence, leur absence et leurs proportions respectives sont susceptibles de modifier considérablement le caractère des eaux ambiantes sur lesquelles elles agissent.

Ces phénomènes sont traduits graphiquement.

Sur les courbes en σ_0 des diagrammes, à l'extrémité inférieure de la zone basse, au voisinage du sol, il se produira un relèvement accusant l'augmentation de la salure. D'autres fois la montée régulière débute dès le commencement de la zone basse avec une pente modérée ne s'exagérant qu'à l'approche du sol. Il arrive aussi que le long de cette courbe qui est le plus souvent une ligne droite, on note des irrégularités locales, augmentations brusques et non continues de la salure indiquant des bouffées isolées

Digitized by Google

d'eaux plus salées et plus chaudes ou moins salées et moins chaudes, nuages ascendants montant du fond vers la surface susceptibles de se transformer en colonnes continues bien verticales ou très larges. Ces divers cas s'expliquent sans difficulté par le régime particulier du volcan abyssal. Ces variations ont peu de chances de se retrouver sur la courbe ou droite en $\sigma\theta$ puisque sur cette ligne les cotes confondent les deux caractéristiques salure et chaleur tandis que les cotes σ_0 ramenées toutes à 0° excluent absolument l'intervention de la température.

La courbe θ est la moins sensible des trois et il ne peut en être autrement, les variations des froides températures abyssales étant très faibles. Les mesures en degrés et même en dixièmes de degré centigrade sont relativement trop grossières. Il faudrait être parfaitement assuré du centième de degré, loin d'être admis par tous les océanographes. Quelque grandiose et effrayante au point de vue thermique que soit une éruption volcanique subaérienne, la masse visqueuse brûlante éjectée de lave est peu de chose lorsqu'au sortir du cratère elle pénètre brusquement dans la masse en quelque sorte infinie de l'eau océanique à une température atteignant à peine 2°. On s'explique ainsi le peu de sensibilité au sol de la courbe θ.

Un autre indice de volcanicité consiste encore dans la présence au-dessus de l'orifice du volcan de nuages liquides tantôt sursalés et chauds, tantôt subsalés et moins chauds ou même froids, traduits par des irrégularités de cote en zone basse des diagrammes, ou bien par l'existence de colonnes liquides, véritables fumées froides ou chaudes analogues à celles qui sortent des cratères subaériens. Elles conservent leur individualité et leur verticalité sur des hauteurs atteignant parfois 5 000 mètres à travers le calme des abîmes, fait indiqué d'une manière indiscutable sur des profils par lignes brisées et par aires verticales dans l'Océan Pacifique.

La diagnostic volcanique a tout avantage à être accompagné d'analyses microlithologiques des sédiments marins caractérisés par une faible proportion ou même une absence complète de calcaire dissous par les acides volcaniques, la rareté des globigérines se faisant même quelquefois sentir à la surface, quelquefois au contraire abondance de micro-organismes siliceux. On observera, en outre, la présence dans les sables de minéraux volcaniques (ponces, obsidiennes, silicates basiques ferrugineux, fer oxydulé attirable à l'aimant, absence ou rareté de quartz minéral). Des analyses chimiques d'acide carbonique et d'acide sulfhydrique renseigneront sur l'existence de mofettes, dernière phase de l'activité volcanique comme en Méditerranée et en mer Noire où, au contact du sol, au-dessous d'eaux à $\sigma\theta$ plus fort on trouve des eaux à $\sigma\theta$ plus faible, comme en mer Tyrrhénienne, phénomène attribuable à un apport d'eau volcanique sensiblement peu salée et peu chaude. Enfin, rareté au fond et même à la surface d'animaux marins.

Circulation. — L'Océan, grâce à sa circulation, est le chaînon probablement principal du cycle de l'eau dans la nature. Avant d'étudier au point de vue de la densimétrie cette circulation sous la forme de courants marins et de circulation générale, il importe de rappeler dans ses trois grandes lignes les phases diverses de ce cycle.

L'eau douce qui est la vie de la Terre, car les astres sans eau comme la Lune sont des astres morts, sort en effet, probablement, en majeure partie de la surface de l'Océan qui, à lui seul occupe environ les trois quarts de la surface entière du globe. L'évaporation due directement et indirectement à la chaleur solaire transforme son eau salée en vapeur d'eau douce qui se diffuse au sein de l'atmosphère aérienne. Elle s'y condense à l'état de pluie ou de neige dont une portion retombe directement dans l'Océan et dont le reste y revient un peu plus tard par les fleuves qui viennent y terminer leur cours. Il en est de même des neiges et glaces des montagnes et des régions polaires ainsi que de la mer elle-même qui, après s'être recouverte en hiver d'une croûte solide, se fond et revient encore apporter à l'Océan son tribut d'eau douce ou simplement adoucie pour la glace de banquise.

Tout phénomène naturel est un déséquilibre qui s'effectue sans cesse, et sans cesse s'efforce de se rétablir sans jamais y parvenir. L'Océan, dont le volume diminue et qui se vide continuellement par l'évaporation à sa surface, se remplit aussi continuellement par sa surface.

Il ne l'est pas tout à fait. Une portion de l'eau tombée sur le sol continental y demeure désormais immobilisée pour toujours par l'hydratation des minéraux. Il se produit une perte qui sera compensée à travers le sol sous-marin et par l'intermédiaire des volcans abyssaux, plus nombreux qu'on ne le croit généralement, au moyen de l'eau volcanique d'origine interne.

Quant aux sels dissous, ceux provenant des eaux évaporées vont d'abord enrichir la salure des eaux restantes et ensuite, par dissolution dans les eaux nouvelles revenues douces, ils rétabliront l'équilibre salin momentanément détruit. Toute matière dissoute dans la mer y demeure éternellement et peut-être même sa proportion y augmente-t-elle lentement par l'apport sous-marin des sels volcaniques d'origine interne dissous dans les eaux volcaniques. La question est réservée aux océanographes-chimistes ; elle est assez importante puisque l'évapora-

Digitized by Google

tion est fonction de la salure du liquide évaporé et, pour l'équilibre, le maintien du volume doit être conservé sans changement.

Courants marins. — Aucune étude plus que celle des courants marins n'exigerait d'être exécutée avec plus de méthode et de précision. Tel n'est pas le cas et les quelques données jusqu'à présent utilisées dans de but ont été récoltées dans des intentions assez différentes de sorte que la densimétrie, à ses débuts, doit encore se contenter de ce qu'elle trouve. Elle a pu néanmoins parvenir à reconnaître sur les graphiques l'existence d'un courant en se basant sur cette remarque que l'eau d'un fleuve marin coulant sur un lit et entre des rives liquides, conservait plus longtemps ses caractéristiques de densité *in situ*, de température et surtout de salure que les eaux relativement stationnaires à travers lesquelles elle s'écoule. Au-dessous de la surface, complètement immergé, il devait progresser avec plus de lenteur et plus d'homogénéité qu'à la surface et surtout plus qu'un fleuve continental subaérien.

Les véritables courants marins n'existent d'ailleurs que dans les eaux superficielles, dans la zone haute des diagrammes ; plus bas, on ne trouve plus que des dérives qui se rencontrent aussi en surface. On reconnaîtra particulièrement l'homogénéité de salure par l'horizontalité de la ligne marquant leur épaisseur sur les diagrammes et en profils, par la brusque modification de leur σ_0 par rapport aux σ_0 de leurs bords immédiats. Un diagramme noté pas plus qu'un profil unique par aires verticales ne fournit aucune indication sur la route suivie par le courant qu'on n'obtiendrait que par des sondages en quinconce. Les particularités seront moins sensibles sur les σ_0 et les 0 des diagrammes et des profils, mais n'en existeront pas moins. On en trouve une preuve remarquable sur les diagrammes du courant d'eau atlantique qui, en Méditerranée, suit d'Ouest en Est la côte d'Algérie et dont les trois courbes en σ_0, en $\sigma\theta$ et en 0 sont sur une distance relativement assez longue, dans cette région où les circonstances extérieures sont éminemment favorables, rigoureusement horizontales, c'est-à-dire parallèles entre elles. Il n'en est pas toujours ainsi.

La circulation. — La circulation océanique, chaînon éminemment important du cycle de l'eau dans la nature, ne se charge pas uniquement de constituer une source éternelle d'eau douce pour le globe terterrestre, elle régularise en outre cette production en maintenant l'Océan à un niveau constant et en compensant sans cesse les pertes dues à l'immobilisation, sorte de mort de l'eau, suite de l'hydratation des minéraux dans l'intérieur du sol.

La circulation a pour premier effet de provoquer le mélange aussi complet que possible des eaux marines dont le volume et la salure sont sans cesse déséquilibrées par l'évaporation. Pour remplir cette double tâche, les graphiques densimétriques montrent qu'en réalité la circulation générale est double. Au sein de la zone haute superficielle où sous une épaisseur relativement faible s'exerce avec une puissante énergie une mégacirculation, tandis qu'au dessous, en zone basse, fonctionne une microcirculation agissant sur un immense volume d'eau, mais avec une énergie extrêmement faible. La mégacirculation est l'œuvre d'une foule d'agents, vents, vagues, courants marins, marées, évaporation et d'autres encore. Cette circulation, dans ses grandes lignes, est d'un tel intérêt pratique qu'elle a été observée et étudiée dès les débuts de l'art de la navigation. Il n'en sera donc pas parlé ici. Elle comporte deux divisions selon qu'elle s'exerce dans les régions polaires ou dans les régions tempérées ou chaudes du globe.

CIRCULATION POLAIRE. — Les documents densimétriques font encore à peu près complètement défaut. On admet qu'au début de l'hiver, l'eau de mer se congelant et formant la banquise se sépare en deux portions : l'eau solidifiée, la glace, demeurant à la surface et retenant dans sa masse une portion des sels dissous et particulièrement les sulfates. La seconde, la saumure, reste liquide et, d'après Pattersson, les chlorures s'y concentrent ; ainsi alourdie, elle s'écoule, descend à travers l'eau de mer ordinaire sous-jacente et atteint en profondeur soit le sol, soit une couche d'eau de mer de densité *in situ* supérieure à celle qu'elle possède elle-même et sur laquelle elle glisse vers les régions océaniques équatoriales et où, se réchauffant et s'allégeant, elle remonte vers la surface après avoir accompli un certain trajet horizontal et en se diffusant lentement. Au moment de la saison chaude, l'eau de fusion de la glace de banquise, plus légère, puisque la saumure l'a débarrassée d'une partie de ses sels, s'étale à la surface de la mer et ne tarde pas, à son tour, à s'y diffuser. Ces divers mouvements de descente et de remontée s'effectuent évidemment aux deux pôles. Les documents densimétriques et les mesures méthodiquement relevées font malheureusement à peu près complètement défaut dans les régions polaires et il devient impossible de recourir à la densimétrie pour élucider la question.

CIRCULATION GÉNÉRALE. — Cette circulation s'effectue dans toute l'étendue des régions marines chaudes et tempérées, c'est-à-dire dans la plus grande partie de l'Océan. Elle est figurée graphiquement dans tous ses détails sur les zones hautes des diagrammes encore aujourd'hui peu nombreux, trop espacés les

Digitized by Google

uns des autres et laissant entre eux d'énormes lacunes. On peut néanmoins déjà commencer à se renseigner sur l'économie générale de la circulation des eaux. Dans la zone d'extrême surface où l'agitation mécanique est en pleine activité, elle est due à l'action prépondérante des vents et des marées agitant la masse liquide et effectuant ainsi un premier brassage énergique des eaux venant de subir la concentration due à l'évaporation. Cette action cesse à une très faible profondeur. De place en place, sous l'influence locale d'un violent échauffement solaire, d'une forte évaporation ou de ces terribles orages tropicaux qui déversent subitement des torrents d'eau douce, il se formera des paquets d'eau plus ou moins lourds, plus ou moins chauds, nuages liquides qui, selon leur densité variable vont descendre plus ou moins profondément au sein de la masse océanique sous-jacente où ils finiront par se diffuser. Au total, il se produit une descente générale des eaux superficielles alourdies qui, par leur arrivée à un niveau plus bas, soulèvent les eaux ambiantes et les font remonter vers la surface pour y subir à leur tour les effets de l'évaporation. L'influence de la chaleur solaire agissant directement ou indirectement s'affaiblit de plus en plus avec l'augmentation de la profondeur. On entre alors dans la zone basse caractérisée sur les diagrammes par une courbe de salure presque droite, pauvre en irrégularités alors que la courbe en $\sigma 0$ remonte et la courbe en θ s'abaisse, toutes deux très lentement. On pénètre alors de plus en plus dans le domaine de la microcirculation abyssale d'origine plus ou moins volcanique. Ces diverses phases sont toutes inscrites sur les graphiques dont il suffit de faire la lecture, d'autant plus facile et précise que les sondages densimétriques seront alors plus nombreux, plus serrés et plus méthodiquement disposés sur une région maritime restreinte et bien délimitée.

Microcirculation. — Nous entrons dans le domaine de la volcanicité abyssale, science à ses débuts qui touche à une foule de questions encore totalement ignorées ou à peine effleurées à ne citer que son introduction, la représentation précise et détaillée du relief sous-marin déjà entré dans une voie féconde, grâce aux sondages phoniques. Dès à présent, on peut affirmer que le volcanisme abyssal est incomparablement plus répandu qu'on ne le soupçonnait et que son rôle dans l'économie générale du globe est considérable. La liaison entre la mégacirculation et la microcirculation semble s'établir par lui au moyen des nuages liquides descendants d'origine solaire d'une part, et d'autre part au moyen des nuages ascendants et des colonnes liquides volcaniques d'origine interne d'autre part.

On donne ce nom à de véritables colonnes d'eau qui sortant des orifices des volcans abyssaux, quel que soit leur degré d'activité, volcans en éruption, fumerolles ou mofettes plus ou moins chaudes et plus ou moins salées, montent comme autant de fleuves verticaux continus à travers les masses liquides sus-jacentes, s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur susceptible d'atteindre plusieurs milliers de mètres et se diffusent lentement pour ne disparaître qu'à la limite qui sépare la mégacirculation de la microcirculation. On pourrait encore les comparer aux colonnes de fumées et de vapeurs qui sortent des volcans subaériens. Leur existence est prouvée en quelque sorte brutalement par les graphiques densimétriques et l'on en connaît un exemple remarquable dans la région des îles Hawaï, dans le Pacifique. Entre cet archipel et l'Équateur s'élèvent sur une hauteur de plus de 3 000 brasses, trois colonnes, l'une d'eau peu salée montante, celle des Hawaï, deux plus salées descendantes qui entre 800 et 1 000 brasses s'arrêtent et forment une bande de brouillard liquide longue d'environ 36° de latitude sur une épaisseur de 200 brasses bien visible sur le profil en σ_0 par aires verticales. Le phénomène se rattacherait aux dégagements d'acide sulfhydrique du fond de la mer Noire et aux mofettes d'acide carbonique de la Méditerranée. Les apports volcaniques d'eaux sous-marines viennent remplacer, dans le cycle général de l'eau, celle qui tombée sur la terre ferme est devenue inactive par suite de l'hydratation des minéraux. Ils augmentent probablement aussi le degré de salure de la mer, car si l'eau s'use et se renouvelle sans cesse dans son éternelle révolution, toute matière soluble entrée dans l'Océan y reste éternellement prisonnière.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

A. MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

LA STABILISATION DU FRANC

La réforme monétaire est faite. Une loi, votée après une discussion d'un jour, l'a réalisée : depuis le 25 juin, le franc est *stabilisé*.

Que faut-il entendre par là? Comment cette stabilisation est-elle obtenue? Quelles conséquences déterminera-t-elle?

I

Avant 1914, notre monnaie était stable. L'or est d'un commun accord la substance qui, pour ses qualités diverses, a été choisie pour servir de commune mesure des valeurs : notre monnaie était une monnaie d'or et le billet de banque valait de l'or, car il était à tout instant échangeable contre de l'or aux guichets de la Banque de France.

En 1914, cours forcé. Pour protéger l'en-caisse de la Banque de France, la loi dispense celle-ci de son obligation de rembourser ses billets : c'est cela le cours forcé. Pendant les années qui ont suivi, les émissions des billets successives faites par la Banque permettent, grâce aux avances de la Banque à l'Etat, de faire la guerre et la paix. Résultat : la valeur de notre monnaie, devenue monnaie de papier, est instable. D'autre part, elle est dépréciée par sa trop grande abondance. On dit : c'est la vie chère. Non, c'est la monnaie trop bon marché : les prix augmentent. Si une loi décrétait que la longueur du mètre sera réduite à un cinquième, il faudrait cinq fois plus de mètres, pour mesurer une même distance.

La monnaie étant à la fois instable et affaiblie, rétablira-t-on l'ancienne valeur du franc ? Ou se contentera-t-on seulement de la fixer désormais? Il y a là deux doctrines qui s'affrontent sous le nom de révalorisation et satbilisation.

Depuis août jusqu'à décembre 1926, on a revalorisé le franc. Il a paru impossible de le revaloriser davantage. Sans doute, la confiance que la France inspire au monde entier a attiré des capitaux immenses : de toutes parts, on achète du franc : il serait très facile de le laisser monter encore, mais le franc plus cher, c'est la baisse générale des prix, notamment des salaires : c'est l'impossibilité d'exporter pour nos industries ; c'est l'arrêt de la production, le chômage, les désordres sociaux.

On a renoncé à laisser la valeur du franc s'accroître : depuis décembre 1926, la Banque de France a acheté toutes les devises étrangères à un prix déterminé, 124 fr. 02 pour une livre, par là, elle a enrayé la hausse menaçante du franc. La loi du 25 juin a seulement consacré en droit la solution de fait qui existait depuis dix-huit mois.

Qu'on ne dise pas : la stabilisation, c'est la faillite. Il n'y a en réalité aucune faillite, car l'Etat français a tenu ses engagements et continuera à les tenir. Le malheur des temps à fait qu'à partir de 1914, la valeur de la monnaie est devenue incertaine, les ruines, le sang versé, l'affaiblissement des forces productives de la nation qui en est résulté ont évidemment diminué la valeur de notre capital dans une proportion que notre monnaie doit traduire. Il y a là un cas de force majeure. Mais notre pays a donné de telles preuves de vitalité qu'avec un instrument normal d'échanges, il ne tardera pas à se relever. Cet instrument, la stabilisation le lui donne, avec une monnaie de valeur désormais constante.

II

Comment cette constance de valeur est-elle réalisé? Par la convertibilité du billet. Dorénavant le franc est constitué par un lingot d'or de 65 milligrammes et demi d'or, et la loi du 25 juin prend une série de précautions pour assurer aux porteurs de billets la possibilité d'obtenir de l'or.

Mais il serait certainement imprudent aujourd'hui d'édicter une convertibilité analogue à celle d'avant-guerre : la France est encore convalescente et il serait à craindre de voir les particuliers qui n'ont pas oublié les angoisses d'antan rechercher de l'or par les échanges de billets, le thésauriser et risquer par là d'affaiblir outre mesure l'encaisse or de la Banque de France. La loi prend donc les précautions nécessaires pour parer aux retraits d'or excessifs.

Ces demandes d'or peuvent provenir de deux

Digitized by Google

causes : la thésaurisation des espèces à l'intérieur du pays ou des règlements à faire à l'étranger.

Pour éviter la thésaurisation, la loi du 25 juin tout en posant le principe d'une convertibilité intérieure absolue, a donné à la Banque la faculté de n'opérer le retrait qu'à son siège central et en lingots d'or d'une valeur minima à détermier d'accord avec le ministre de Finances. La loi décide en outre que provisoirement la frappe libre de la monnaie d'or, c'est-à-dire le droit pour chacun de faire transformer en monnaie son métal-or en l'apportant à l'Hôtel des Monnaies, sera suspendu, et que seule la Banque de France, qui devra acheter l'or au taux fixé par la loi (1 franc les 65 milligrammes et demi) pourra faire opérer cette frappe.

Pour éviter le retrait d'or en vue des règlements, à l'étranger, la loi a édicté une réglementation minutieuse des dépôts de fonds au Trésor, dans le détail de laquelle nous ne pouvons entrer ici.

Enfin, dernière garantie légale, la loi fixe un minimum pour l'encaisse de la Banque. Celui-ci doit s'élever au moins à 35 p. 100 du montant cumulé de ses billets et des comptes courants créditeurs de ses clients. Actuellement, ce minimum est dépassé : d'après le dernier bilan publié l'encaisse s'élève à 40 p. 100 de ces sommes.

III

Conséquences de la stabilisation?

1° Une réévaluation de l'encaisse métallique de la Banque sur les bases nouvelles, qui bénéficie à l'Etat en vertu d'une convention entre la Banque et l'Etat.

Cet excédent est destiné à assurer le remboursement des avances que, avant la guerre, la Banque avait consenties à l'Etat.

2° Désormais toutes les sociétés seront mises à même d'y voir clair dans leur bilan. Celles d'entreelles qui n'avaient pas jusqu'ici pris la précaution de dresser leur bilan en francs-or étaient hors d'état de se représenter d'une façon claire la véritable situation de leur patrimoine. Nous ne pouvons insister ici sur les graves difficultés que cette mise au point nécessaire sera susceptible de présenter.

3° La stabilisation légale entraînera-t-elle une hausse des prix? Ce n'est pas du tout certain. Sans doute, certains élément, tels les salaires et peut-être les loyers pourront suivre le mouvement vers l'application du coefficient 5, mais d'autre part, l'esprit d'épargne qui sera stimulé par la certitude de retrouver exactement le montant de la valeur économisée, le développement des entreprises grâce à la sécurité du crédit agiront en sens contraire : et il n'est pas impossible que d'ici quelques années, un renouveau d'activité amène une sérieuse baisse des prix.

***

Reconnaissons de bonne foi que la stabilisation met heureusement un point final à la phase d'incertitude économique où nous sommes depuis 1914. Sans doute ce n'est pas sans mélancolie que nous évoquerons le souvenir du temps où le franc pesait 323 milligrammes d'or, aujourd'hui qu'il n'en pèse plus que 65 milligrammes et demi. Mais il y a eu la guerre. Désormais la nation encore meurtrie est replacée dans une situation économique normale qui permet tous les espoirs. Au travail !

Digitized by Google

Les Habitants microscopiques (Plancton) de l'eau douce [1]

PAR

G. BIORET

Docteur ès-sciences, Professeur de Botanique à l'Université catholique d'Angers.

Il n'y a pas très longtemps, un de mes compatriotes et camarades d'école, sachant que je m'occupais des organismes qui vivent dans l'eau et que des voisins privilégiés avaient pu contempler des merveilles à mon microscope, m'arrêta dans la rue — l'unique rue de mon petit bourg — pour me dire : « L'eau de notre puits n'est pas fameuse ; toi qui as un microscope, tu devrais bien l'examiner et me montrer toutes les saletés qu'il y a là-dedans ». La préoccupation était bonne, sans être très personnelle, d'ailleurs : mon vieux camarade pratique beaucoup plus le « muscadet » que l'eau de la fontaine ; mais l'illusion était un peu forte. Mon compatriote avait évidemment dans la mémoire certaine image, que les marchands de filtres exposaient jadis à la page de réclame des journaux : une goutte d'eau vue au microscope. Il y avait bien de quoi terrifier une âme simple : des microbes, des filaments d'Algues et, surtout, des bêtes monstrueuses, munies de tout l'appareillage nécessaire pour déchiqueter et perforer un tube digestif ; il y avait tellement de choses dans cette goutte qu'on se demandait ce qui pouvait bien rester de liquide. J'eus beaucoup de peine à réduire les illusions de mon ami. Je lui dis que l'eau de son puits contenait vraisemblablement quelques microbes de trop, invisibles ou presque invisibles au microscope, et rien de plus, sans doute ; que pour contempler quantité de belles choses il fallait s'adresser à l'eau de la rivière ou du lac, et encore en recourant à des engins de pêche particuliers : je ne suis pas très sûr que mon autorité l'ait emporté sur celle de la réclame !

C'est que, en effet, s'il existe bien un « plancton », c'est-à-dire tout un monde d'organismes microscopiques, végétaux et animaux, qui vivent en suspension dans l'eau, ballottés ou entraînés d'une manière plus ou moins passive, la composition et la densité de ce plancton sont loin d'être identiques pour toutes sortes de masses d'eau. Même lorsque cette densité est relativement forte, il faut épuiser une grande quantité d'eau pour obtenir un dépôt notable.

Plusieurs méthodes peuvent être employées à cette fin. La plus simple et la plus rapide est celle du « filet à plancton », qui utilise une toile filtrante, faite de fine « soie à bluter ». On traîne le filet, en forme de longue épuisette, derrière un bateau pendant un quart d'heure ou une demi-heure et l'on recueille le dépôt qui s'est accumulé dans le tube placé au fond du filet. Dans ces conditions, à l'étang Saint-Nicolas, par exemple, le dépôt dépasse rarement quelques centimètres cubes pour plusieurs mètres cubes d'eau filtrée. Mais une goutte de ce dépôt délayé peut contenir plus d'un millier de colonies d'*Asterionella*, ce qui suppose plusieurs milliards de colonies existant au même moment dans l'Étang. Un autre organisme est plus abondant encore à la fin de l'été : c'est l'*Aphanizomenon flos aquæ ;* il est tellement abondant que le filet est bientôt colmaté et le réservoir tout rempli : il n'y a rien d'exagéré à évaluer à plusieurs tonnes la quantité d'*Aphanizomenon* en suspension ou flottant ici et là en épais grumeaux : l'eau en est toute verte et, dans les endroits peu profonds, elle prend l'allure d'une purée de pois cassés.

J'ai l'intention ici de faire défiler devant vos yeux les principaux représentants de ce plancton, végétal et animal, surtout du plancton végétal, le plus curieux, mal connu et souvent insoupçonné du grand public ; de vous montrer les dispositifs adoptés par la nature pour permettre à ces petits organismes de rester disséminés dans toute l'épaisseur de la couche d'eau. Je prendrai mes exemples surtout dans l'eau douce et en particulier à l'étang Saint-Nicolas, que je connais mieux. Ce spectacle provoquera des questions plus ou moins philosophiques : je m'en tirerai de mon mieux.

J'essaierai ensuite de vous donner quelques idées sur le rôle des infiniment petits dans l'économie générale de la nature.

I. — Principaux représentants du plancton d'eau douce.

Le petit monde des eaux douces est constitué par trois groupes principaux : les *Bactéries*, dont la taille se mesure au millième de millimètre ; les *Algues inférieures*, qui se mesurent au centième de millimètre et les représentants du règne animal, *Rotifères* et *Crustacés* surtout, qui se mesurent au dixième de millimètre.

(1) Conférence donnée à l'Université catholique d'Angers, février 1927.

Digitized by Google

Chacun connaît les *Bactéries : Bacilles, Spirilles, Vibrions...* ; je me dispense de vous les présenter et de les décrire.

Les *Algues* microscopiques du plancton sont presque toutes unicellulaires. Elles se distribuent en deux séries : celles qui ont un appareil natatoire particulier et constituent, avec les animaux, le *plancton actif ;* celles qui flottent passivement à divers niveaux, grâce à leur densité voisine de celle de l'eau, grâce aussi à des dispositifs spéciaux, augmentant la capacité de flottement : prolongements de la cellule en lobes, cornes... ; addition de pointes rayonnantes ; groupement des cellules en colonie filamenteuse, plane, étoilée... Ces dernières constituent la portion la plus grande du *plancton passif.*

FIG 1. — *Euglena acus* (grossi 400 fois).

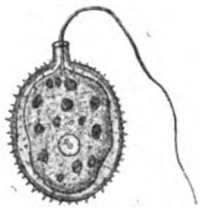


FIG. 2. — *Trachelomonas hispida* (grossi 600 fois).

LES ALGUES MOBILES. — L'appareil à nager est toujours constitué par un, ou plusieurs, *flagellum* ou fouet, sorte de filament, flexible et contractile, qui joue le rôle d'une hélice. L'hélice — ou les hélices — est le plus souvent à l'avant, comme dans un avion ; parfois elle se trouve à l'arrière, comme dans un navire. D'ordinaire, ce dispositif est accompagné d'un « point rouge », ou « tache oculaire », logé dans la cellule, à la partie antérieure : on lui attribue une sensibilité optique. La couleur, fixée sur des plastes, est d'un vert franc ou d'un vert plus ou moins masqué de brun.

Voici d'abord le groupe des *Euglénidées*, à un seul flagellum antérieur et à plastes nombreux, verts : les *Euglènes* (fig. 1), à corps allongé, souvent déformable ; les *Trachelomonas* (fig. 2), dont le corps est renfermé dans une sorte de coque rigide, brune, calcaire, lisse ou ornée, munie à l'avant d'un goulot qui donne passage au flagellum ; les *Phacus* (fig. 3), à forme de raquette gauchie et à sillons spiralés.

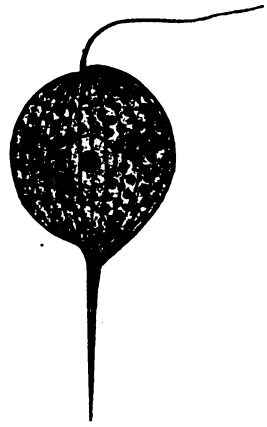


FIG. 3. — *Phacus longicauda* (grossi 500 fois).

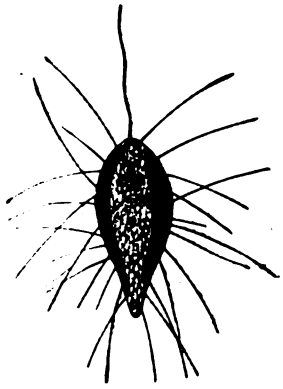


FIG. 4. — *Mallomonas caudata* (grossi 500 fois).

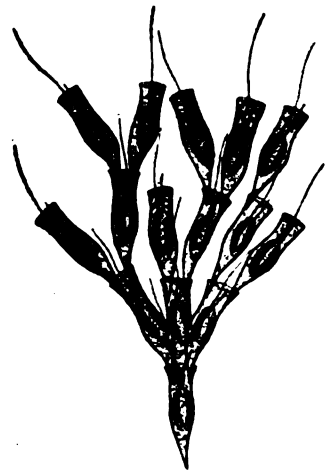


FIG. 5. — *Dinobryon* (grossi 250 fois).

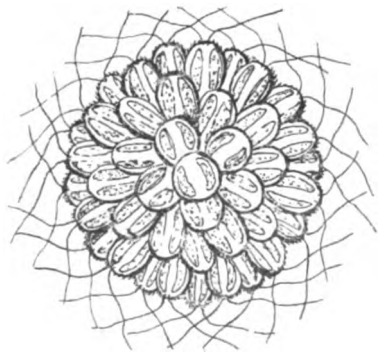


FIG. 6. — *Synura uvella* (grossi 600 fois).

Voici maintenant les *Chrysomonadinées*, à pigment brun : les *Mallomonas* (fig. 4), à un seul flagellum, à corps recouvert de petites plaques siliceuses et hérissé de soies rigides, également siliceuses, qui augmentent la capacité de flottement ; les *Dinobryon* (fig. 5), à deux flagellums inégaux, vivant en colonies arborescentes et dont la cellule reste renfermée dans une sorte de cornet cellulosique ; les *Synura* (fig. 6), à deux flagellums égaux, vivant en colonies mûriformes.

Voici les *Péridiniens* (fig. 7 et 8), à pigment brun, à enveloppe constituée par des plaques de cellulose, à deux flagellums : l'un transversal, logé dans une

Digitized by Google

gouttière équatoriale, l'autre postérieur et libre.

Voici enfin les *Volvocacées*, à deux cils antérieurs égaux, à pigment vert fixé sur un plaste unique en forme de cloche ou de chaudron : les *Chlamydomonas* (fig. 9), à cellules isolées ; les *Gonium* (fig. 10), en colonie plane de quatre ou de seize cellules, semblables chacune à un Chlamydomonas ; les *Eudorina* (fig. 11), en colonie sphérique de 16, 32 ou 64 cellules, disposées à la périphérie de la sphère mucilagineuse ; les *Volvox* (fig. 12), géants du groupe, en colonie sphérique, mucilagineuse, de plusieurs centaines, parfois de plusieurs milliers, de petites cellules du type Chlamydomonas.

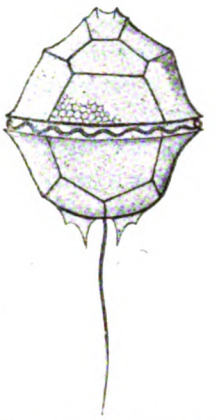


FIG. 7. — *Peridinium bipes* (grossi 500 fois).

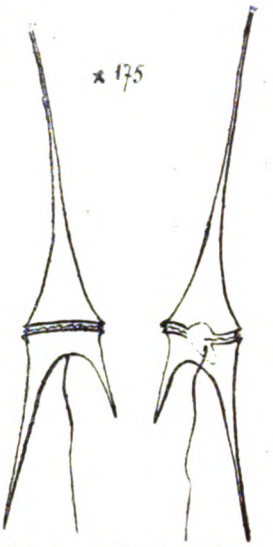


FIG. 8. — *Ceratium hirundinella* (grossi 175 fois).

Tous ces petits organismes ont un mouvement propre. Oh ! leur appareil à nager n'est pas d'une puissance énorme : il ne leur permet pas de résister au ballottement des vagues et à l'entraînement d'un courant même faible ; mais enfin il existe et, grâce à lui, la petite cellule ou la petite colonie tombera au fond, ou surnagera en épave, moins facilement qu'une autre, privée de rames ou de gouvernail. Le mouvement d'ensemble de la cellule ou de la colonie est, d'ailleurs, presque toujours *hélicoïdal*.

Avant de quitter ces microphytes nageurs, posons-nous, si vous le voulez bien, quelques questions, plus ou moins philosophiques.

PREMIÈRE QUESTION. — *Est-ce que tous ces petits organismes nageurs, qui tournent en spirale dans l'espace, tournent toujours dans le même sens?*

FIG. 9. — *Chlamydomonas* (grossi 1000 fois). F, flagellum. — V, vacuole contractile. — O, tache oculaire — N, noyau. — C, chloroplaste. — P, pyrénoïde (amidon).

Si l'on appelle spire « droite » la spire du tire-bouchon, par exemple, et spire « gauche » la spire inverse, est-ce que les organismes vivants, non déformés par l'éducation, sont tous « droitiers », ou « gauchers »?

Des différences, que nos candidats au bachot connaissent bien, se manifestent déjà chez les plantes supérieures volubiles. Enfoncez un piquet au voisinage d'une jeune tige de Liseron, vous verrez le Liseron embrasser le piquet par la droite ; une tige de Houblon, au contraire, l'embrassera par la gauche. En vérité, la grande majorité des plantes volubiles sont « droitières » comme le Liseron, quelques-unes seulement sont « gauchères » comme le Houblon. D'ordinaire, le sens d'enroulement est une habitude de famille ; cependant on rencontre quelques espèces sans traditions : certains individus s'enroulent à droite, d'autres s'enroulent à gauche ; enfin, dans quelques rares cas (*Muhlenbeckia*), la même tige manifeste la plus complète indépendance à l'égard de tout règlement : après avoir tourné à droite, elle se met à tourner à gauche, puis revient à droite...

La même variété se retrouve chez nos petits organismes du plancton. Chez les Bactéries : Spirilles, Vibrions, il y au-

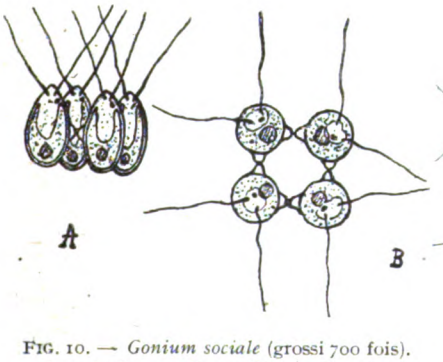


FIG. 10. — *Gonium sociale* (grossi 700 fois). A, colonie vue de profil. — B, colonie vue de dessus.

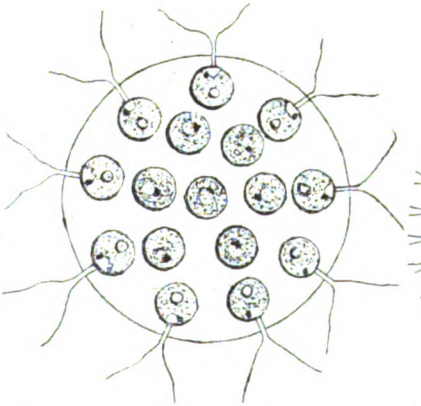


FIG. 11. — *Eudorina elegans* (grossi 500 fois).

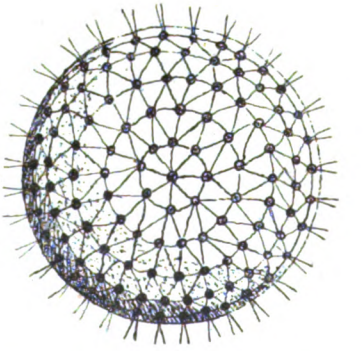


FIG. 12. — *Volvox aureus* (schématisé, grossi 500 fois).

Digitized by Google

rait une certaine régularité : tout le monde tourne à droite. Dans le groupe des Euglènes, le sens de rotation est souvent commandé par la constitution de l'organisme : la surface du corps présente des sillons plus ou moins profonds, qui décrivent une spire de l'avant à l'arrière, ou bien le corps lui-même tout entier est gauchi, gondolé en spirale à la façon d'une palette d'hélice ; or, suivant les espèces, la spire est tantôt droite, tantôt gauche : le sens de rotation est donc aussi différent. La plupart de nos organismes ne présentent pas de torsion dans la forme du corps ; cependant le mouvement hélicoïdal a d'ordinaire un sens fixé pour une espèce donnée : par exemple, *Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox globator* tournent toujours à gauche : c'est e cas le plus fréquent, semble-t-il ; et, ici encore, on trouve des êtres inconstants : *Volvox aureus* tourne tantôt à droite, tantôt à gauche.

Conclusion : les « gauchers », qui se lamentent sur leur infirmité, peuvent se consoler : leur habitude n'est pas contre nature.

DEUXIÈME QUESTION. — *Comment se réalise le mouvement d'ensemble des organismes végétaux nageurs?*

Physiquement, un flagellum agit comme une hélice, admettons-le. Mais quel est le centre physiologique, qui déclanche le mouvement, le précipite, le ralentit, change sa direction ? On l'ignore. Et si le problème est déjà mystérieux quand il s'agit d'un organisme constitué par une seule cellule, il devient bien autrement compliqué quand il s'agit d'une colonie où des dizaines et parfois des centaines de cellules battent l'eau en même temps de leurs deux hélices, comme c'est le cas d'un *Volvox*. Imaginez un navire complètement sphérique, disposez autour de cette boule cent hélices de même puissance, également distantes les unes des autres ; faites tourner ces hélices au petit bonheur... et vous verrez la sphère rester sur place, tout au plus s'agiter d'une manière désordonnée. Puisque la boule du *Volvox* avance, il faut donc que les hélices aient chacune leur disposition particulière, que leurs axes soient différemment inclinés sur le rayon de la sphère, que la poussée produite par chacune d'elles ait une composante de même direction et de même sens que ceux du déplacement général ; il faut que certaines hélices fassent « machine en avant », pendant que d'autres font « machine en arrière » ; comme ce n'est pas toujours le même point de la sphère qui joue le rôle de proue, comme dans certains cas même la sphère peut changer le sens de sa rotation, il faut que chaque moteur puisse, à chaque instant, modifier l'inclinaison de ses hélices et « renverser la vapeur ». Voilà déjà bien des complications et beaucoup de mystère ! Mais le mystère apparaît encore plus profond, quand on songe que, sur un bâtiment aux mouvements si compliqués et si précis, il n'y a ni poste de commandement, ni capitaine : toutes les cellules se ressemblent ; elles sont plongées dans une gelée assez rigide et séparées les unes des autres. Chez les *Volvox*, on peut encore apercevoir, d'une cellule à l'autre, un fin filament protoplasmique, si fin parfois qu'il faut recourir aux plus forts grossissements du microscope pour le mettre en évidence ; mais, chez *Eudorina*, il n'y a aucune communication visible, sinon au moyen de la gelée qui emprisonne toute la colonie. Alors, par quelle méthode de signalisation, par quelle émission de rayons inconnus, se réalise la collaboration de tout ce petit monde? C'est le mystère de la vie, sur lequel s'exerceront encore de nombreuses générations de chercheurs et de philosophes.

TROISIÈME QUESTION. — *Pourquoi, me direz-vous, faire de ces petits organismes, verts ou jaunes, nageurs ou planeurs, des végétaux et non des animaux?*

Nous voilà ainsi amenés à dire un mot d'un sujet délicat : de la séparation du règne végétal et du règne animal. Je ne l'aborde pas sans quelque crainte, car c'est une sorte de question mixte dans laquelle on peut facilement manquer à l'orthodoxie philosophique. Je déclare, en tout cas, que mes intentions sont pures. Au surplus, ce sont des faits que je vous présente, avant tout ; l'interprétation et la synthèse restent l'affaire de chacun.

Si l'on s'adresse à un animal et à une plante supérieurs, un Bœuf, un Chêne, par exemple, la distinction est très nette. Trois principaux caractères différentiels se détachent.

Chez le Chêne, des cellules enveloppées de cellulose, substance ferme, qui donne aux différentes parties de la plante leur allure rigide. Chez le Bœuf, pas de cellulose, des tissus plus ou moins flasques, des organes qui ne gardent un peu de tenue que grâce à la présence d'une charpente osseuse.

Le Chêne est fixé au sol, où il doit prendre la plus grande partie de sa nourriture ; il ne présente que des mouvements de croissance. Le Bœuf se déplace à la recherche de son herbe, il fuit devant l'aiguillon ; il possède, pour exécuter ses mouvements, tout un système de muscles, de nerfs, de centres nerveux, dont on chercherait en vain le moindre indice dans le Chêne.

Le Chêne est vert : ses feuilles contiennent de la chlorophylle. Le Bœuf n'a pas de chlorophylle.

Ce dernier caractère a une importance beaucoup plus considérable qu'on pourrait le croire à simple vue. C'est grâce à sa chlorophylle que la plante peut vivre uniquement aux dépens de la matière

Digitized by Google

brute. La cellule verte, avec le gaz carbonique, l'eau, les éléments des roches, fabrique des substances dites organiques, toutes à base de carbone, telles que du sucre, de l'huile, de l'albumine, substances qui ne se rencontrent que chez les êtres vivants. La cellule animale sans chlorophylle est foncièrement incapable d'utiliser la matière minérale seule ; il lui faut absolument recourir, directement ou indirectement, à des substances organiques fabriquées par les plantes vertes. Comme je le dis à mes étudiants, on peut concevoir une Terre couverte de végétation et vide d'animaux ; mais une Terre, habitée par des animaux et vide de plantes, les uns et les autres avec la constitution que nous leur connaissons, est une conception absolument contraire à l'une des lois des plus fondamentales de la biologie générale. Voilà bien, semble-t-il, un caractère distinctif de premier ordre, et l'on comprend qu'on appelle végétal tout ce qui peut fabriquer de la matière vivante. C'est ce que font la plupart des Botanistes modernes, c'est la position que j'ai adoptée en vous présentant tous ces petits organismes comme des végétaux.

Cependant ce caractère si remarquable ne permet pas de résoudre toutes les difficultés, et les classificateurs passionnés pour les casiers à cloisons étanches ne doivent pas s'emballer. Les Champignons n'ont pas de chlorophylle et pourtant il ne viendra à l'esprit de personne d'en faire des animaux : ce sont des plantes dégradées par des habitudes de paresse, qui vivent en pique-assiettes comme les animaux. A côté du mode de nutrition, il faut donc faire intervenir parfois un certain type d'organisation : ici la cellulose l'emporte sur la chlorophylle comme caractère de classification. Si maintenant nous nous reportons à notre petit monde du plancton, nous rencontrerons, à côté d'espèces munies de chlorophylle, d'autres espèces incolores, qui, à part ce détail, présentent exactement la même constitution. Bien plus, certains de ces organismes inférieurs, normalement munis de chlorophylle et vivant normalement aux dépens de la matière minérale, peuvent être cultivés dans un milieu organique : sucre, peptone; non seulement ils y vivent, mais ils y perdent leur chlorophylle. Même à l'état naturel, quelques-uns prospèrent dans des milieux chargés de matières organiques dissoutes, qui sont utilisées directement pour la nutrition : par exemple, l'Euglène verte, qui pullule dans les trous d'eau chargée de purin de nos villages. La conclusion qui semble s'imposer, c'est que, même par rapport à ce caractère fondamental, le monde végétal et le monde animal ne sont pas séparés par une barrière infranchissable.

Abandonnerons-nous alors cette base de classification pour nous appuyer sur un autre caractère, qui frappe davantage l'imagination des profanes : la présence d'un mouvement d'ensemble et d'une certaine sensibilité? Faut-il appeler animal tout ce qui se déplace spontanément et végétal tout ce qui est immobile? Cette position, acceptée par de nombreux zoologistes, donne, à mon avis, encore moins de satisfaction. Une certaine sensibilité se manifeste déjà chez les plantes supérieures : les folioles des *Oxalis*, du Trèfle et de nombreuses Légumineuses se rabattent l'une sur l'autre pour passer la nuit ; la pudique Sensitive réagit violemment au moindre contact ; la corolle du Liseron s'ouvre au soleil et se ferme sous les nuages, la corolle de l'Anémone, le capitule tout entier du « grand Soleil » tournent avec l'astre du jour ; les mouvements de grande amplitude et les déplacements d'ensemble ne sont pas rares chez les Algues filamenteuses et unicellulaires libres : chez les Oscillaires, le filament oscille assez brusquement à son extrémité ou glisse lentement tout entier en droite ligne ; les Spirulines avancent en s'enfonçant dans l'eau à la façon d'un tire-bouchon ; les *Closterium*, ces jolies Desmidiées en croissant de Lune, se posent sur une de leurs pointes, se dandinent pendant quelques instants, font une pirouette qui les amène sur l'autre bout et recommencent à se dandiner ; beaucoup de Diatomées, les Navicules, par exemple, avancent ou reculent dans l'eau à la façon d'un petit bateau. Je ne résiste pas au plaisir de vous décrire une Diatomée, aux mouvements curieux, le *Bacillaria paradoxa*, que M. des Cilleuls a rencontrée plusieurs fois dans le plancton de la Loire et du Thouet. C'est une forme coloniale, dont les individus, allongés en bâtonnets, sont, au repos, sagement alignés en longue bande : imaginez une persienne, faite de planchettes très étroites ; brusquement la persienne se disloque en 2, 4, 10 points, les cellules glissent l'une sur l'autre, comme les tasseaux d'une table à rallonges, de façon à ne plus s'appuyer que par la pointe : la persienne est alors devenue un escalier à marches allongées, minces et étroites, — la montée Saint-Maurice, vue de profil ; — puis un glissement en sens inverse se produit, qui reconstitue la persienne.

Dans tous les cas que je viens de vous citer, le mouvement est lent et, le plus souvent, difficile à expliquer : il n'y a pas d'appareil moteur apparent ; pour trouver des hélices, pour voir, dans le champ du microscope, un organisme filer à la vitesse d'un train express, faut-il s'adresser à l'une de ces petites monades vertes, dont la nature végétale est si discutée? Non ! La plupart des Algues, filamenteuses ou massives, se reproduisent par des zoospores, c'est-à-dire par des cellules munies de flagellums,

Digitized by Google

vertes comme la cellule-mère, si semblables à un *Chlamydomonas* ou à une cellule de *Volvox* que si on ne les a pas vues sortir d'un filament d'*Ulothrix*, ou de *Cladophora*, il sera impossible de les distinguer d'une Monade libre. Dira-t-on que les Conferves, que les Laminaires géantes ne sont pas des plantes? Ou bien faudra-t-il admettre que les Algues sont des végétaux vivipares, qui mettent au monde des petites bêtes? Je ne vois pas, pour ma part, d'autre alternative pour un biologiste qui tient à ranger un *Volvox* parmi les animaux. Tandis que la série végétale se déroule si logiquement, quand on prend comme point de départ une Volvocacée isolée, comme un *Chlamydomonas*!

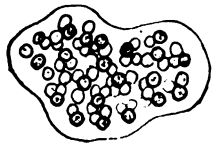


FIG. 13. — *Microcystis flos aquæ* (grossi 500 fois).

Fig. 14. — *Aphanizomenon flos aquæ*. Une colonie (grossie 50 fois).

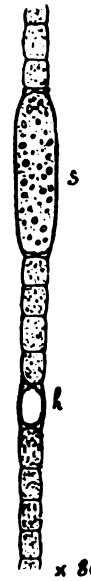


FIG. 15. — Une portion de filament de la même, grossie 800 fois; *h*, hétérocyste; *s*, kyste.

Le groupe des *Cyanophycées*, ou Algues bleues, est représenté, à l'étang Saint-Nicolas, par deux genres principaux : les *Microcystis* (fig. 13), colonies irrégulières, massives, de très petites cellules, noyées dans une substance gélatineuse; l'*Aphanizomenon*, qui se présente en colonies fusiformes (fig. 14), visibles à l'œil nu ; chaque fuseau comprend de nombreux filaments (fig. 15) constitués eux-mêmes par de nombreuses cellules : il envahit l'étang à la fin de l'été et forme souvent des « fleurs d'eau ».

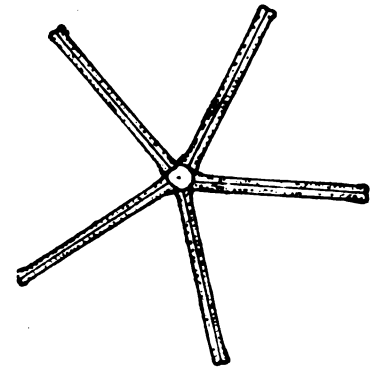


FIG. 16. — *Asterionella gracillima*. grossi 400 fois

FIG. 17. — *Melosira italica* (grossi 1000 fois).

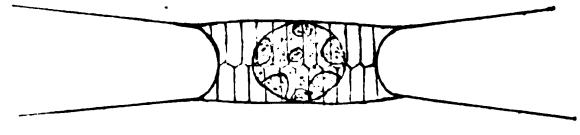


FIG. 18. — *Attheya Zachariasi* (grossi 500 fois).

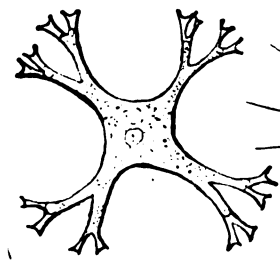


FIG. 19. — *Tetraedron gracile*. (grossi 700 fois).

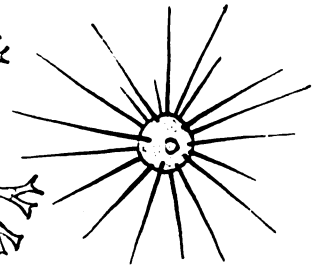


FIG. 20. — *Acanthosphæra Zachariasi*.

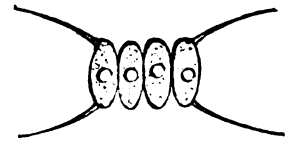


FIG. 21. — *Scenedesmus quadricauda* (grossi 500 fois).

LES ALGUES PASSIVES. — Les Algues microscopiques qui flottent passivement sont beaucoup plus nombreuses que les premières : je n'en donnerai que quelques exemples, choisis soit à cause de leur fréquence dans nos eaux douces, soit à cause de leur plus frappante adaptation à la vie planctonique.

Parmi les *Diatomées*, à enveloppe siliceuse rigide et à contenu brun, signalons : l'*Asterionella* (fig. 16), gracieuse étoile dont chaque branche représente une cellule ; les *Melosira* (fig. 17), en colonie filamenteuse ; l'*Attheya* (fig. 18), léger coussinet prolongé par quatre longues pointes.

Des *Protococcacées*, très nombreuses et très variées, j'extrais : les *Tetraedron* (fig. 19), à corps lobé ; les

Digitized by Google

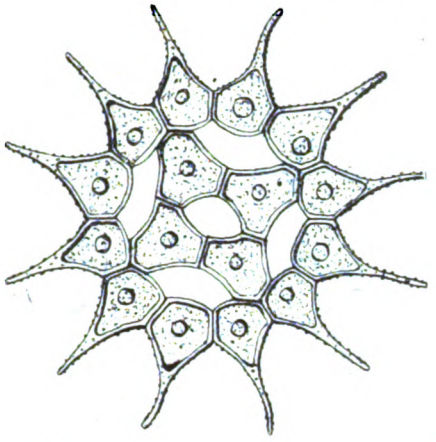


FIG. 22. — *Pediastrum simplex* (grossi 500 fois.)

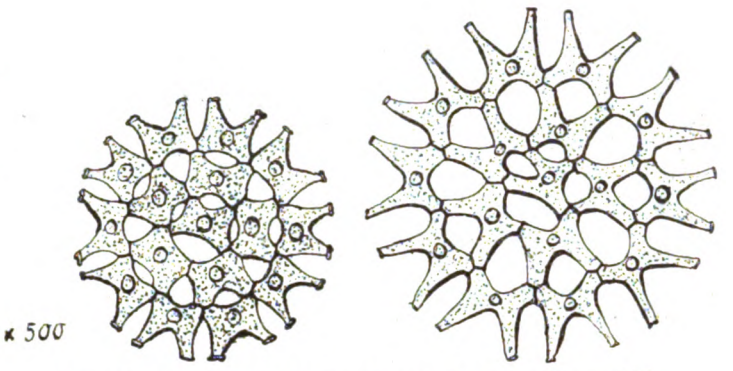


FIG. 23. — *Pediastrum duplex*. Deux variétés (grossi 500 fois).

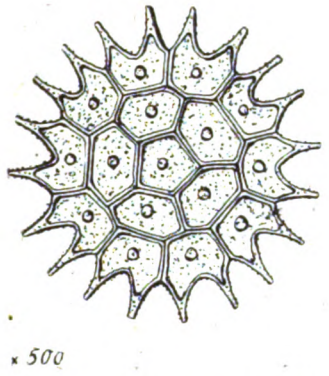


FIG. 24. — *Pediastrum Boryanum* (grossi 500 fois).

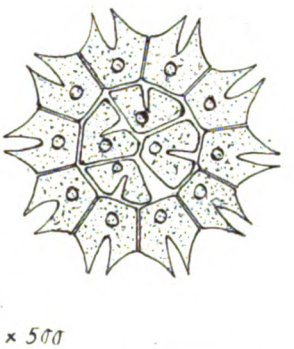


FIG. 25. — *Pediastrum tetras* (grossi 500 fois.)

FIG. 26. — *Cosmarium margaritiferum* (grossi 300 fois).

FIG. 27. — *Staurastrum paradoxum* (grossi 700 fois).

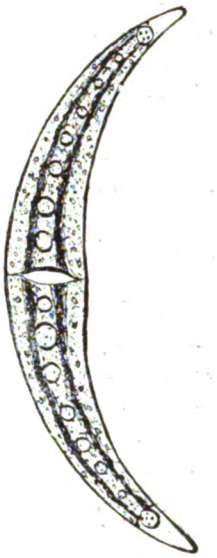


FIG. 28. — *Closterium Leibleini* (grossi 250 fois).

Acanthosphæra (fig. 20), à soies rigides rayonnantes ; les *Scenedesmus* (fig. 21), en petites colonies linéaires ; les *Pediastrum* (fig. 22 à 25), jolis petits disques de 4, 8, 16, 32, 64 cellules, où les éléments du pourtour sont prolongés par une ou deux pointes.

Les *Desmidiées*, moins fréquentes, mais si curieuses par leur forme et la symétrie dimidiée de leur cellule, fournissent de temps en temps : des *Cosmarium* (fig. 26), sortes d'haltère à poignée raccourcie ; des *Staurastrum* (fig. 27), en forme de porte-couteau ; des *Closterium* (fig. 28), en croissant de lune.

***

LE PLANCTON ANIMAL. — Le *Plancton animal* d'eau douce renferme des *Protozoaires* (Amébiens, Héliozoaires, Infusoires), mais surtout des *Rotifères* et des petits *Crustacés*, avec leurs larves, ainsi que des larves d'insectes.

Les *Rotifères* (fig. 29-31) ont un corps complexe, non segmenté dans sa partie principale ; ils se déplacent grâce à une couronne antérieure de cils, qui joue le rôle d'hélice.

Les *Crustacés* ont un corps articulé et des appendices également articulés, qui jouent le rôle de rames : les plus fréquents sont des *Copépodes*, tels que les *Cyclopes* (fig. 32), dont la femelle porte deux sacs ovigères et des *Cladocères*, tels que les *Daphnies*, ou « Puces d'eau » (fig. 33).

II. — Rôle du plancton dans la biologie générale.

L'étude des formes des êtres vivants, de leur parenté extérieure, de leur reproduction, est beaucoup plus avancée que celle du rôle que chacun d'eux joue dans la nature.

On reproche assez facilement aux hommes de laboratoire de ne faire que de la « science pure ».

Digitized by Google

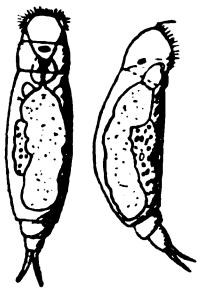


FIG. 29. — Rotifères (*Notommata*).

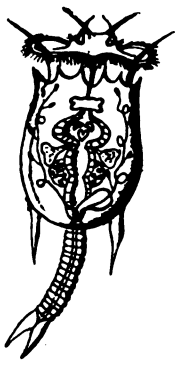


FIG. 30. — Rotifères (*Brachionus*).

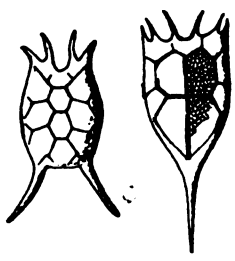


FIG. 31. — Rotifères (*Anurea*).

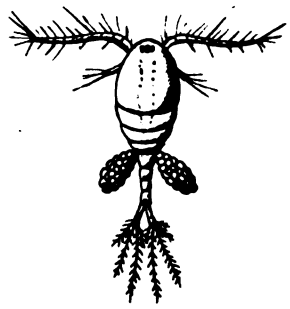


FIG. 32. — *Cyclops* (Copépodes).

FIG. 33. — Daphnie, ou Puce d'eau (Cladocères).

Il n'y a guère de Botaniste, récoltant des Mousses ou des Lichens, qui n'ait expérimenté, une fois dans sa vie, l'étonnement, parfois scandalisé, parfois mêlé de pitié, de nos braves gens des campagnes quand ils rencontrent un monsieur, particulièrement un « Monsieur-prêtre », qui passe son temps à « courir après les herbes », et surtout « après des herbes sur lesquelles on ne boit même pas » ! Je ne voudrais pas assurer que le même étonnement ne s'exprime jamais, plus poli et plus bienveillant, dans des milieux plus instruits. On ne pense pas assez que le plaisir goûté dans la recherche et la contemplation des merveilles de la nature vaut bien, après tout, la noble jouissance d'exécuter ou d'entendre de la musique, qui, elle aussi, a ses écoles et ses académies ; on ignore trop souvent que des recherches purement scientifiques ont eu pour conséquence des découvertes d'un intérêt pratique considérable — l'exemple de Pasteur suffit à le prouver ; — et l'on oublie qu'à côté d'équipes de réalisateurs, il y a des équipes de chercheurs désintéressés, sans lesquels les premiers ne pourraient rien faire.

On a, peut-être aussi, trop facile tendance à considérer comme inutile sur la terre tout ce qui ne paraît pas servir, directement ou indirectement, au bien-être de l'Homme, ce petit « Roi du Monde ». Je dis : « peut-être » et « paraît »... parce que je me rappelle un texte de saint Paul : *Omnia propter electos*... que je n'ai tout de même pas l'intention de contredire.

I. — D'abord, on a pas mal de renseignements sur l'interdépendance des organismes aquatiques, au point de vue de la *Nourriture*.

Comme on pouvait s'y attendre, on peut dire, en règle générale, que les petits sont mangés par les moyens et les moyens par les gros : les petits étant représentés par les Bactéries et les Algues du plancton, les moyens par les petits Crustacés et les Rotifères les gros par les Poissons adultes.

Une *première méthode*, dans ce genre de recherches consiste dans l'examen du contenu du tube digestif des animaux de toute taille.

L'on constate ainsi que le Brochet est exclusivement carnivore ; que la Perche mange des petits Poissons, mais aussi des Crustacés, des Rotifères, des larves d'insectes et de grosses Diatomées ; que le Gardon rouge a une nutrition principalement végétarienne, mais ne dédaigne pas les Crustacés et les larves ; que le Gardon commun est presque exclusivement végétarien... tous renseignements parfaitement conformes à la pratique des pêcheurs à la ligne. Rarement le régime végétarien est exclusif chez les Poissons : on mange ce qu'on trouve.

Le même examen pratiqué sur de tout jeunes Poissons montre qu'il se fait une grande consommation d'organismes microscopiques, appartenant au règne végétal : Diatomées, Péridiniens, Protococcacées, Cyanophycées, Volvocacées... c'est-à-dire de tous les représentants de notre plancton.

Passons maintenant aux « moyens », représentés par les petits Crustacés et les Rotifères. Ici on est beaucoup moins avancé. Dans l'estomac des Daphnies, par exemple, on trouve de grandes quantités de Diatomées, d'Algues vertes, mais aussi une notable proportion de détritus végétaux. Un Suédois, M. Naumann, s'est particulièrement occupé de la question, en 1914. Il comparait le contenu de l'estomac de Cladocères avec le plancton qui se rencontrait au même moment dans les mêmes eaux : il avait ainsi la sensation que le petit Crustacé ne fait pas de choix : tout ce qui est d'assez petite taille est avalé. Mais tout n'est pas digéré : sans parler des grains de sable, les Algues à enveloppe résistante, siliceuse, gélatineuse et même cellulosique, restent intactes dans l'estomac, du moins assez longtemps. Naumann en concluait que ses petites bêtes n'utilisent bien, directement, que les détritus. Cette conclusion dépasse, semble-t-il, les faits observés et correspond mal aux renseignements

Digitized by Google

donnés par d'autres méthodes. Pour ma part, je dois avouer que ce monde grouillant de Rotifères et de Crustacés, que j'ai vu si souvent naviguer au milieu des Algues du Plancton, dans mes préparations microscopiques, ne m'a jamais donné le spectacle d'une chasse à un genre de proie donnée. Je n'ai presque jamais vu, non plus, dans un estomac, une Algue planctonique reconnaissable : deux ou trois fois seulement, j'ai trouvé quelques Péridiniens dans le tube digestif de larves d'Insectes. Les Rotifères, en particulier, si abondants dans l'étang Saint-Nicolas, ont toujours l'air ennuyé ou furieux, quand le courant d'eau, produit par leur couronne natatoire, amène à leur bouche une branche d'*Asterionella* ou une colonie de *Scenedesmus*; tandis qu'au contraire j'ai pu, quelques rares fois, assister à un véritable repas : le Rotifère était attablé à une colonie mucilagineuse de Bactéries, qui se creusait et disparaissait à vue d'œil. C'est ce défaut trop certain d'observations directes qui a conduit Pütter à une théorie un peu extraordinaire : d'après lui, la plupart de ces petites bêtes du plancton ne se nourrissent point de particules solides, mais elles utilisent les matières organiques dissoutes dans l'eau, de la même façon que les Algues utilisent les matières minérales pénétrant par osmose à leur intérieur. Cette théorie a rencontré plus de contradicteurs que de partisans. Si les petits animaux absorbent des substances déjà digérées, à quoi bon une bouche, un appareil de mastication, une poche stomacale, un orifice d'évacuation, toujours existants et parfois compliqués, qui semblent si bien supposer une nutrition solide? Les renseignements obtenus par des voies indirectes ne concordent pas, d'ailleurs, avec la théorie de Pütter.

Une *seconde méthode* consiste à élever des petits Crustacés, par exemple, en aquarium et à les nourrir avec des Algues microscopiques. Woltereck a cultivé ainsi des Daphnies (*Daphnia pulex*), pendant un an, uniquement avec des Chlorelles — ces minimes Algues vertes, qui finissent par colorer si gracieusement les fonds de carafe, sur les tables où le vin est soigneusement coupé d'avance. Une autre Daphnie (*Daphnia magna*) préfère des Algues un peu plus grosses, telles que des *Scenedesmus*. Quand, au lieu d'Algues, on donne à ces Daphnies des détritus à manger, elles vivent encore, mais mal, et ce malaise d'affamé se manifeste, entre autres choses, par la production d'œufs durables et de mâles nains.

Enfin une *troisième méthode* consiste à faire de nombreuses pêches de plancton végétal et de plancton animal dans le même endroit, au même moment, à la même profondeur, et de comparer ces pêches. Schädel (1916), à la suite d'une série de pêches semblables dans des étangs de Westphalie, a donné les courbes de variations de la quantité de plancton, suivant les différentes périodes de l'année : les deux courbes, celle du plancton végétal et celle du plancton animal, sont pour ainsi dire identiques : quand la première monte, la seconde monte aussi ; quand la première baisse, la seconde fléchit également. — Lantzch (1914) a étudié les deux sortes de plancton du Lac de Zoug, lac alpin de Suisse, qui a 700 mètres de profondeur. Il constate que la limite de distribution des Algues varie suivant les époques de l'année, sans jamais dépasser 80 mètres et que cette limite est également celle de la distribution des Rotifères et des petits Crustacés. Mais la densité de la population végétale et celle de la population animale ne sont pas absolument en concordance : tandis que la plupart des Algues semblent n'avoir jamais trop de lumière et se tiennent surtout près de la surface, le plancton animal s'enfonce plus ou moins suivant l'intensité de l'éclairement et la transparence de l'eau.

II. — On peut concevoir aussi un *service d'hygiène* de l'air. Les grosses agglomérations humaines ont leur atmosphère plus ou moins viciée par une consommation considérable d'oxygène, accompagnée d'une émission proportionnée de gaz carbonique, conséquences de la respiration et des combustions. Les municipalités s'en préoccupent parfois en ménageant des espaces libres plantés d'arbres. Le travail chlorophyllien aboutit, en effet, à des résultats exactement contraires : destruction de gaz carbonique et mise en liberté d'oxygène. Un renouvellement semblable doit se réaliser dans l'eau. Il y est même plus impérieux qu'à l'air libre. Dans l'eau, en effet, les gaz sont à l'état dissous ; or l'oxygène est très peu soluble : sa provision serait donc vite épuisée par la respiration des animaux aquatiques, s'il n'existait pas d'autre cause de renouvellement que les lents échanges avec l'atmosphère. Mais les plantes aquatiques, grandes et petites, se chargent de détruire l'excès de gaz carbonique et de fournir de nouvelles provisions d'oxygène. L'oxygène ainsi dégagé peut l'être en quantités si considérables que l'eau en est saturée et qu'on voit des bulles de gaz se former au contact des Algues filamenteuses, dont le feutrage monte à la surface de l'eau, soulevé par autant de ballonnets. Il paraît même que, dans certains cas, ce bienfait des Algues devient un excès : la pression de l'oxygène dans l'eau devient tellement élevée qu'il pénètre dans l'appareil circulatoire des Poissons plus d'oxygène que les tissus n'en peuvent consommer : les pauvres Poissons meurent alors d'embolie gazeuse.

Remarquons que nos petites Algues du Plancton sont particulièrement adaptées à ce service d'hygiène : non seulement elles produisent la substance pré-

Digitized by Google

cieuse, mais elles la portent à domicile, si j'ose dire.

III. — Enfin il y a un *service de voirie et de récupération*. Que deviennent tous les déchets organiques, nommables et innommables, animaux ou végétaux, déposés sur place, ou entraînés dans les étangs, les rivières et la mer par les eaux d'égout et de ruissellement? Est-ce que tant de substances toxiques ne vont pas finir par empester l'eau et y rendre la vie impossible? Est-ce que tant de richesses en Carbone, en Azote, en Soufre, en Phosphore, etc... vont se trouver perdues à jamais? Évidemment non ! Sans quoi, il y a longtemps que la provision disponible de ces éléments serait dépensée. Tirés de la matière minérale, ils ont été élevés à la noblesse de la matière organique vivante ; tombés au rang de déchets organiques, il faut qu'ils retournent à la matière minérale, pour pouvoir servir aux plantes vertes et recommencer le cycle. Les philosophes disent : *Vita est in motu ;* c'est surtout vrai pour la série des phénomènes qui nous occupent ; je pourrais même ajouter : *in motu perpetuo et circulari.*

Les agents bénévoles de ces services sans gloire et mal payés de reconnaissance, ce sont les Bactéries. Pasteur a appris au monde à connaître les malfaiteurs du groupe ; c'est seulement dans ces derniers temps qu'on a commencé à rendre justice aux services des autres.

Les Bactéries pullulent dans l'air, dans la terre arable et dans l'eau. Une eau chargée de matières organiques, une mare de village, par exemple, peut contenir plusieurs millions de germes par centimètre cube : de pareils milieux sont d'ordinaire impropres à la vie des Poissons ; les eaux de rivières et d'étangs poissonneux peuvent en contenir encore plusieurs milliers par centimètre cube.

Le travail chimique de ces infiniment petits est complexe et varié.

Les plus importants peut-être sont les préposés au service de l'Azote. L'Azote est un élément essentiel des albuminoïdes, du protoplasma ; il ne se trouve pas dans les roches et le monde vivant doit, directement ou indirectement, l'emprunter à l'air. La plante verte ne l'utilise guère que sous forme de nitrates. Plusieurs équipes de Bactéries s'en occupent : les unes s'attaquent directement à l'Azote libre dissous dans l'eau, comme le font les Bactéries des nodosités des Légumineuses et de nombreuses Bactéries du sol ; l'Azote est ainsi combiné et peut être assimilé par la plante ; — d'autres s'attaquent aux détritus animaux et végétaux, qui flottent ou tombent au fond de l'eau : les matières albuminoïdes de ces détritus sont transformées de diverses manières, l'Azote récupéré peut encore servir à la plante ; — d'autres, les mieux connues et les plus importantes peut-être, s'attaquent aux matières ammoniacales, qu'elles oxydent définitivement en nitrates : ce sont les Bactéries nitrifiantes ; — d'autres, enfin, rétablissent l'équilibre de l'Azote dans le monde : elles décomposent si bien les matières azotées que l'Azote est mis en liberté et fait retour à l'air.

Je me contente de cet exemple détaillé. On verrait de même, en faisant le tour de l'usine, les Bactéries chargées de récupérer le Carbone, telles que ce brave *Bacillus amylobacter*, vieux souvenir de collège ; les Bactéries qui récupèrent le Soufre, celles qui récupèrent le Phosphore, etc...

Entendons-nous bien ! Je n'ai pas l'intention de vous présenter les Bactéries comme des esclaves, travaillant sans répit pour le seul profit d'êtres libres, qui seraient les organismes verts, et ceux-ci comme de malheureux sujets, taillables et dépeçables à merci par nos grands seigneurs les Animaux. Non pas ! Tout ce petit monde travaille uniquement pour son propre compte, mange et boit pour son plaisir, pour arrondir sa panse, multiplier et établir sa famille. Mais il arrive que tous ces égoïsmes, s'entrecroisant et se heurtant, se fondent en une harmonie merveilleuse, en un équilibre parfait, à peine troublé, ici et là, par le « Roi de la Création », qui en est aussi le grand perturbateur, l'Homme.

Unde sic brevius et in formâ : Sans matières organiques dissoutes dans l'eau, pas de plancton végétal : pas de Bactéries, pas d'Algues ; sans plancton végétal, pas de plancton animal : pas de Rotifères, pas de Crustacés ; sans plancton végétal et sans plancton animal, pas de Poissons ; *ergo* sans matières organiques, pas de Poissons. Conclusion pratique : messieurs les pisciculteurs, si vous voulez du Poisson, fumez vos étangs ! Je ne plaisante pas ! C'est un fait que les trous d'eau très pure, alimentés uniquement par des sources, sont à peu près vides d'organismes vivants ; que certains lacs de montagne, profonds, éloignés des agglomérations humaines, alimentés par la fonte des neiges, sont relativement très pauvres en Poissons ; que les zones de la mer les plus riches en Poissons sont également les plus chargées en matières organiques dissoutes. C'est un fait encore que dans certains pays d'Europe la pratique de fumer les étangs à pisciculture devient de plus en plus courante, que de nombreux périodiques ont été fondés, exclusivement réservés aux questions qui intéressent la pisciculture : les intéressés y trouveront les résultats de recherches faites par des spécialistes, professeurs, savants au courant de la biologie générale, pour établir des règles scientifiques d'amendement et de fumure, ils y verront quand et comment on peut utiliser la Chaux, la Potasse, les nitrates, les phosphates et même les « engrais verts ».

Digitized by Google

Les Essais mécaniques des Métaux (II)

PAR

M. J. LAISSUS (1)

Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, Docteur ès sciences.

3° MÉTHODE BRINELL. — Cette méthode est certainement la plus répandue dans l'industrie non seulement en tant que procédé de détermination de la dureté mais aussi en tant qu'essai mécanique. Elle date de 1900 et porte le nom de son auteur, le savant suédois Brinell. Son principe est le suivant (fig. 12).

Après avoir dressé une surface S sur l'échantillon de métal E, qu'on désire essayer, on applique sur cette surface S une bille d'acier très dur B, généralement de 10 millimètres de diamètre, supportant une charge qui est ordinairement de 3 000 kilogrammes.

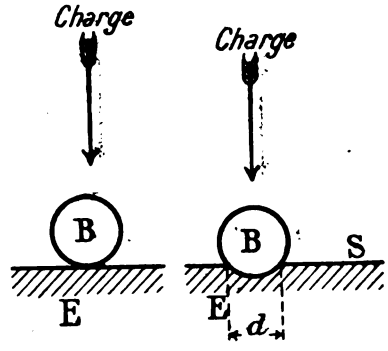


Fig. 12. — Principe de l'essai de dureté à la bille de Brinell.

La bille s'imprime dans le métal et produit une empreinte en forme de calotte sphérique. Plus le diamètre d de cette empreinte sera petit, plus la dureté sera grande. Des abaques permettent d'interpréter d'un coup d'œil les résultats (fig. 13).

Il existe un grand nombre d'appareils qui servent à déterminer la dureté Brinell. Ils diffèrent entre eux par des détails de disposition mécanique et surtout par le mode de production de la charge supportée par la bille.

Voici quelques types courants de machines utilisées. La machine « Bollée (fig. 14) est un appareil à levier. La machine « Aktiebolaget Alpha (fig. 15) est constituée par une presse à huile, le piston supportant la bille.

L'exécution de l'essai Brinell n'est pas instantanée, l'application de la bille sous charge sur le métal doit se prolonger un certain temps. Théoriquement, on devrait adopter pour durée d'application de la charge cinq minutes, mais pratiquement on réduit ce temps à quinze secondes, ce qui peut entraîner une certaine erreur dans les résultats.

Remédiant à cet inconvénient, M. Guillery a étudié une machine de dureté qui permet d'éliminer le facteur temps, ce qui a pour conséquence de diminuer la durée de l'essai. Cet appareil à grand débit comporte une pompe à glycérine, commandée à la main ou électriquement, qui transmet la pression à un piston solidaire d'un porte-bille (fig. 16).

Quant à la détermination du diamètre de l'empreinte, elle se fait très simplement. On utilise le plus souvent, à cet effet, un microscope portatif à graduation fixe (visible sur les figures 14 et 15). Une règle transparente peut aussi servir à mesurer cette empreinte sous une lampe (fig. 17).

Comme on peut le voir par ce court aperçu, l'essai Brinell présente de gros avantages. Il n'est pas coûteux, il est très rapide, il permet d'essayer en beaucoup de points des pièces usinées sans les détériorer. Pendant la guerre on faisait chaque jour

(1) Voir *la Science Moderne*, n° 8.

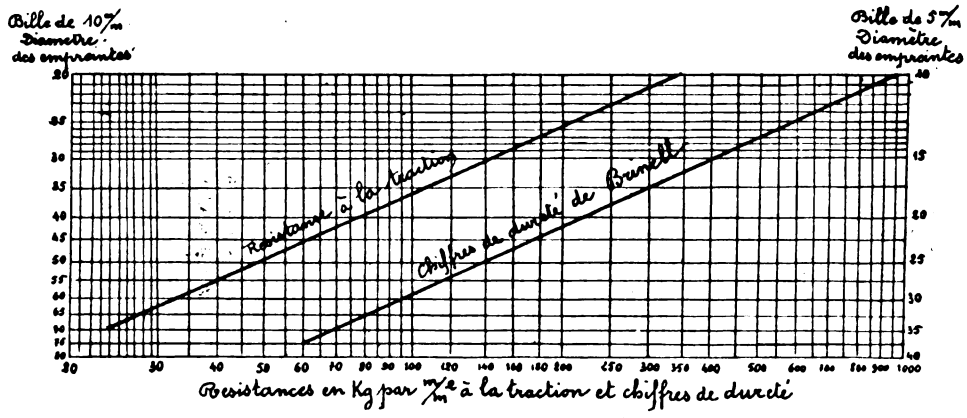


Fig. 13. — Abaque à diagrammes pour déterminer à simple lecture la dureté d'après l'essai fait à la bille Brinell (5 ou 10 millimètres) au moyen de la machine Guillery.

Digitized by Google

environ 600 000 essais Brinell pour le contrôle du traitement des obus ; beaucoup d'usines de construction mécanique font actuellement plus de 5 000 empreintes de billes par jour. Néanmoins cet essai présente quelques imperfections. Quand le produit métallurgique possède une dureté très élevée, la bille risque de se déformer, d'où erreur dans les résultats de la mesure ; de plus l'essai Brinell ne peut être fait que sur des pièces d'une certaine épaisseur et ne peut pas être appliqué dans le cas de tôles, de lames minces ou de surface de produits cémentés.

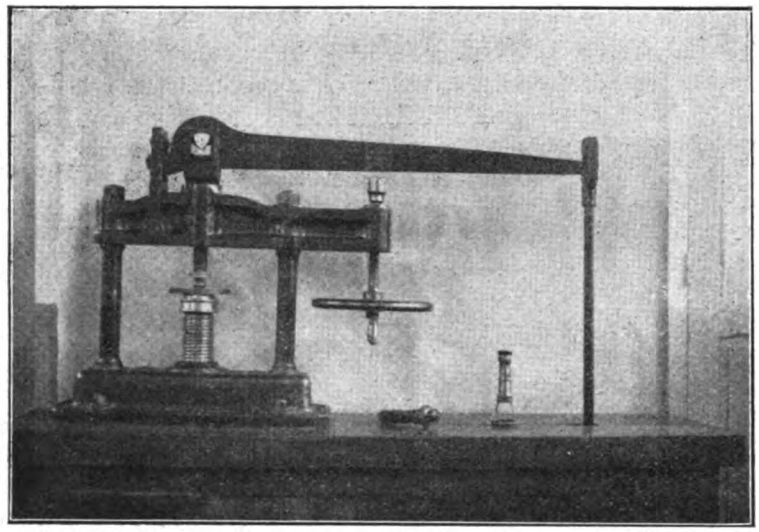


Fig. 14. — Machine de dureté Bollée (pour essai Brinell).

4° Méthode Rockwell. — Cette méthode très répandue à l'étranger, en particulier aux États-Unis et en Suède, est encore peu appliquée en France. Elle utilise un appareil connu sous le nom de « machine Rockwell (fig. 18) et repose sur le principe suivant. La dureté Rockwell est caractérisée par la pénétration plus ou moins grande, sous charge statique déterminée, d'une bille d'acier dur de 1/16 de pouce de diamètre ($1^{mm},59$) employée pour les métaux tendres, ou d'un cône de diamant du Brésil de 120° d'angle au sommet, utilisé pour les métaux

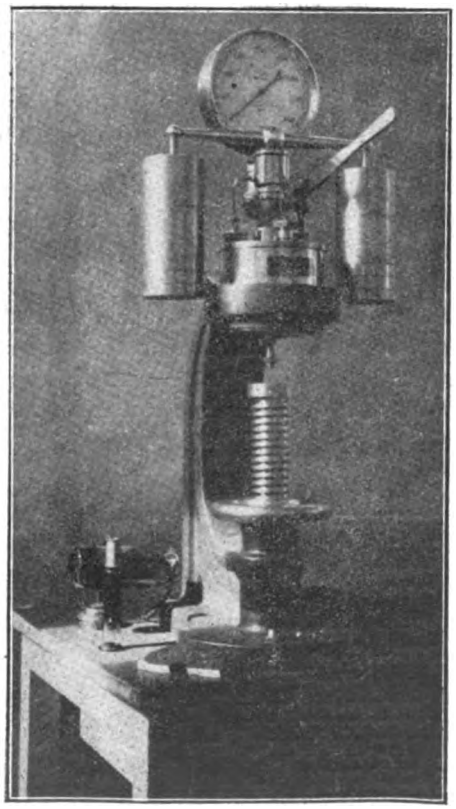


Fig. 15. — Machine à essais de dureté « Aktiebolaget Alpha ».

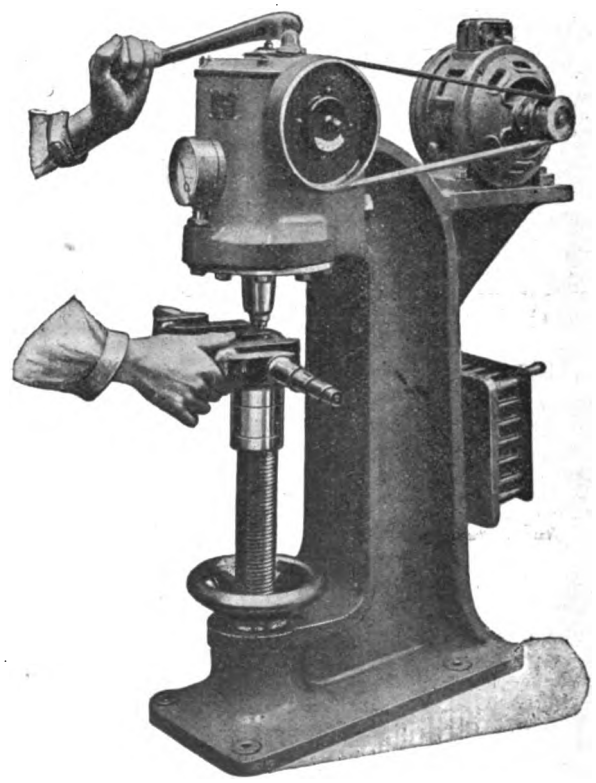


Fig. 16. — Machine à essai de dureté, éliminant le facteur temps. Système R. Guillery (cliché Malicet et Blin, constructeurs).

Digitized by Google

durs. L'opération de la mesure de la dureté, d'ailleurs très courte (huit à dix secondes environ) se fait en deux temps. Au moyen d'un support à vis on

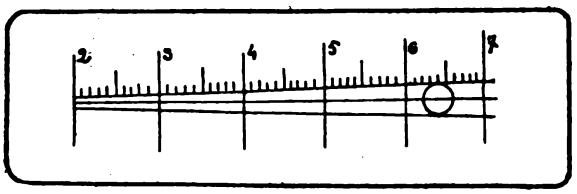


Fig. 17. — Règle graduée en verre de M. Le Châtelier pour mesurer au 1/10 de millimètre l'empreinte produite par la bille à l'essai Brinell. Ici, $6^{mm},4$.

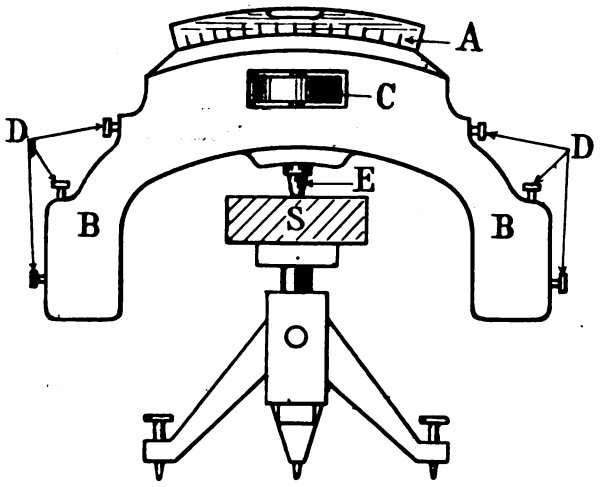


Fig. 19. — Schéma du pendule Herbert.
A, niveau à alcool : B, masse arquée; C, poids mobile de 200 grammes ; D, vis d'équilibrage ; E, porte-bille ; S, échantillon.

mène l'échantillon en contact avec le pénétrateur. A ce moment la pénétration commence par application d'une faible charge donnée par un ressort (charge initiale toujours égale à 10 kilogrammes

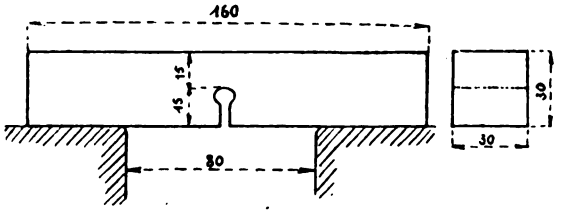


Fig. 20. — Eprouvette de Charpy (longueur et section) pour essai de cisaillement mesurant la résilience, par le mouton-pendule Charpy.

quelle que soit la nature du pénétrateur) ; on déclanche alors au moyen d'un bouton un système de leviers et de masses variables qui font supporter au métal une seconde charge, cette fois beaucoup plus importante (charge finale égale à 150 kilos pour le diamant et à 100 kilos pour la bille). Un comparateur portant deux graduations (B pour la bille et C pour le diamant) permet l'évaluation de la dureté Rockwell du métal par lecture directe.

Des tableaux de correspondance indiquent la

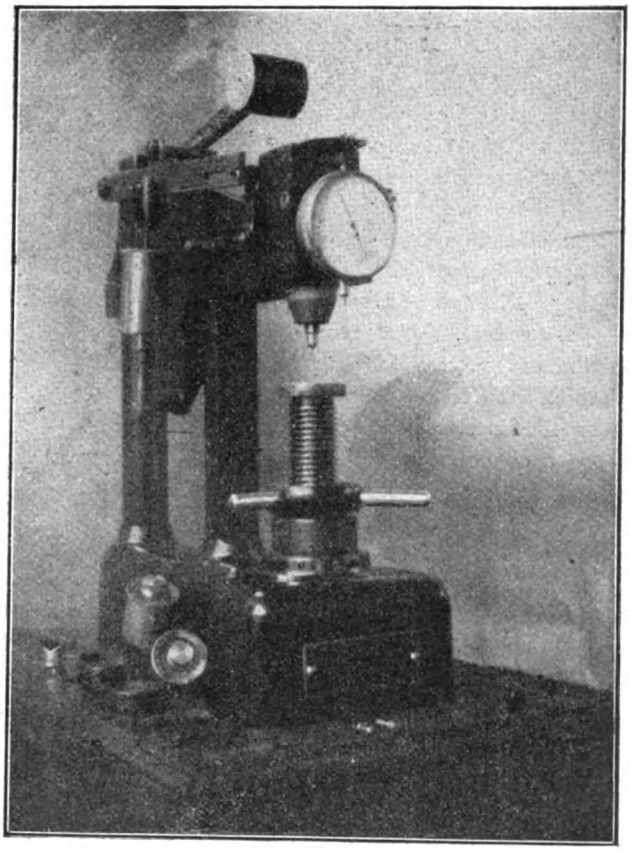


Fig. 18. — Machine Rockwell.

dureté Brinell se rapportant au chiffre lu sur le cadran de l'appareil.

Cette méthode est très précise et donne d'excellents résultats. Elle peut être utilisée en particulier

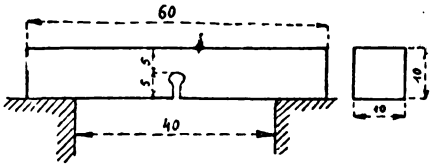


Fig. 21. — Plan coté en long et en travers, de l'éprouvette réduite de Mesnager pour essai de résilience par le choc du mouton-pendule de Charpy.

pour le contrôle de pièces subissant des traitements précis et délicats, comme par exemple les roulements à billes. La méthode Rockwell a cela de très précieux, c'est qu'elle peut donner des indications sur la dureté des alliages cémentés et des pièces de faibles épaisseurs (tôles, lames, etc.).

5° MÉTHODE PENDULAIRE. — Très ingénieuse et

Digitized by Google

très scientifique quant à son principe, cette méthode est d'application très délicate.

Herbert a construit un appareil qui est constitué par un pendule en U renversé (fig. 19) portant à chacune de ses extrémités une masse B. Un porte-bille E peut recevoir soit une bille d'acier trempé, soit une bille de rubis, soit un diamant hémisphérique (diamètre constant de 1 millimètre).

Au moyen des vis de réglage D, et d'un poids mobile C, on fait coïncider le centre de gravité de l'appareil avec le centre de la bille. En A se trouve un niveau à alcool.

L'appareil, soigneusement équilibré et réglé, est placé sur l'échantillon de métal S qu'on veut essayer, la bille reposant sur cet échantillon.

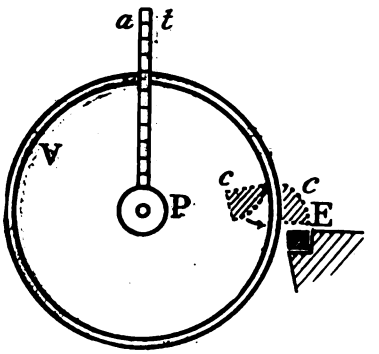


Fig. 22. — Principe du mouton dynamométrique rotatif, système R. Guillery.

On communique à l'appareil un mouvement d'oscillation ; la plus ou moins grande rapidité de ce mouvement est fonction de la dureté du métal. Nous n'insisterons pas davantage sur un appareil qui demande encore une mise au point pour rendre des services dans l'industrie.

M. Le Rolland a réalisé dernièrement un dispositif pendulaire de mesure de dureté qui semble plus précis et plus pratique.

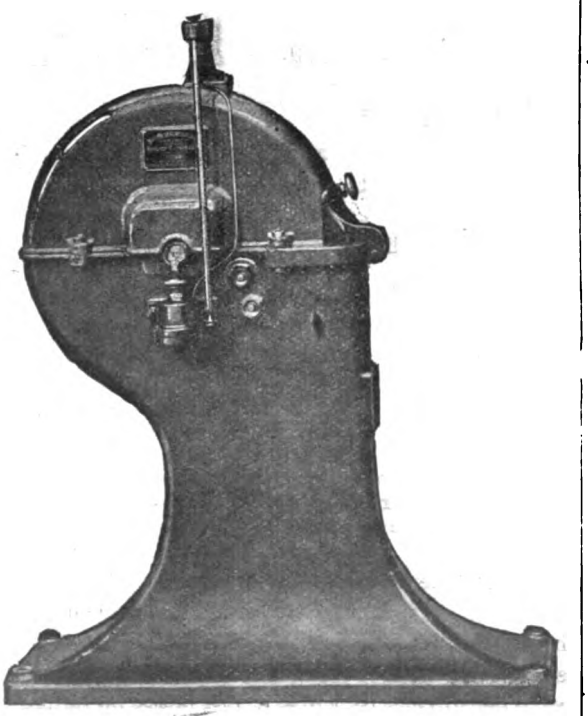


Fig. 23. — Mouton dynamométrique rotatif de 60 kilogrammes système R. Guillery, dans son carter (cliché Malicet et Blin, constructeurs).

III. — Essais de choc.

Les essais de choc servent à caractériser la fragilité des métaux. Pour certaines applications spéciales, comme par exemple la fabrication des crochets d'attelage des wagons, on soumet l'éprouvette à un choc qui se traduit par un brusque effort de traction ; mais dans la majorité des cas l'essai du choc se fait par flexion. Dans ce cas l'éprouvette repose à chacune de ses extrémités sur deux couteaux (fig. 20) et le choc est produit suivant C au milieu de l'éprouvette.

Autrefois l'essai de flexion par choc se faisait sur barreaux pleins à section carrée, le choc étant produit par une masse guidée tombant d'une grande hauteur appelée « mouton. »

Cette méthode présente de graves inconvénients : elle ne donne aucun renseignement précis ; de plus, on est souvent obligé de produire plusieurs chocs avant de rompre l'éprouvette, ce qui fausse complètement les résultats. Cet ancien procédé n'est plus appliqué que dans certains cas particuliers, notamment pour les fontes.

L'essai de choc se réalise actuellement par la méthode suivante : l'éprouvette de métal n'est plus constituée par un barreau plein, mais par un barreau portant une entaille en son milieu. Cette entaille est destinée à provoquer la rupture de l'éprouvette après un seul coup de mouton, le choc étant reçu sur la face opposée à l'entaille, de cette façon on peut déterminer exactement le « travail » nécessité par

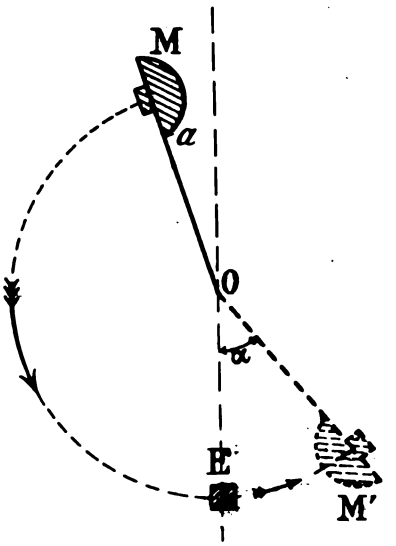


Fig. 24. — Principe du mouton-pendule de Charpy.

Digitized by Google

la rupture et partant la fragilité du métal. Il existe plusieurs types d'éprouvettes et différentes sortes d'entailles. On utilise le plus communément le modèle « Mesnager » (fig. 21).

C'est Frémont qui, en 1898, construisit le premier appareil pour appliquer cette méthode. Il ressemblait à l'ancien type de mouton décrit, mais possédait un dispositif spécial d'enregistreur. Ce dernier mesurait non pas le travail absorbé pour rompre l'éprouvette, mais le nombre de kilogrammètres restant après rupture. L'énergie totale était connue puisque le poids de la masse frappante et la hauteur de chute étaient déterminés, il était donc facile de calculer la « résilience » du métal essayé, c'est-à-dire le nombre de kilogrammètres nécessaires à la rupture, par centimètre carré de section à fond d'entaille ($0{,}8 \times 1 = 0^{cm^2},8$ dans le cas de l'éprouvette Mesnager). On voit donc d'après cette définition que plus la « résilience » d'un produit métallurgique sera grande, moins il sera fragile. Les dimensions encombrantes de cet appareil (4 mètres de hauteur environ) font qu'on lui préfère souvent des dispositifs plus réduits. Ces derniers sont de deux types ; nous allons les décrire succinctement.

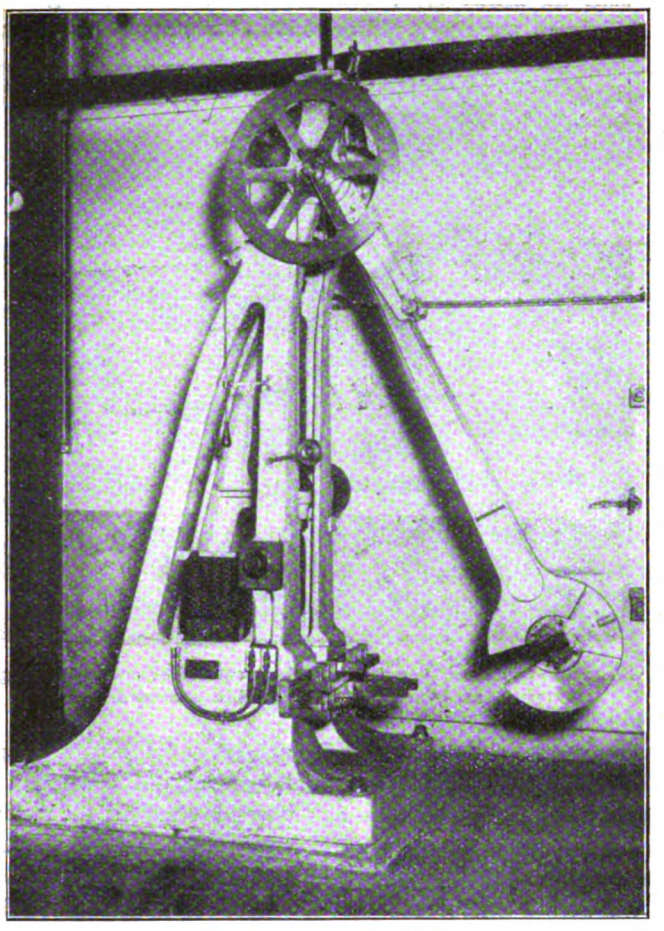


Fig. 25. — Mouton-pendule Charpy, grand modèle (300 kilogrammes)

MOUTON DYNAMOMÉTRIQUE SYSTÈME GUILLERY. — Ce mouton se compose en principe d'un volant V (fig. 22) monté sur un axe horizontal. La vitesse de ce volant est mesurée au moyen d'une pompe centrifuge sans débit P actionnée par le volant lui-même et faisant monter un liquide dans un tube gradué *t*.

Quand la vitesse du volant (entraîné par une manivelle) est telle que la hauteur du liquide dans le tube *t* atteint une graduation déterminée à l'avance, et, au moyen d'un dispositif mécanique on fait sortir de l'épaisseur même du volant un couteau *c* qui vient briser l'éprouvette placée en E. La vitesse du volant diminue et on lit la chute de la colonne de liquide dans le tube *t*. Cette chute est proportionnelle à l'énergie absorbée pour rompre l'éprouvette, donc il est facile d'établir par le calcul une graduation telle qu'on puisse lire directement sur le tube *t* les valeurs de la résilience du métal essayé.

La figure 23 représente l'ensemble d'un appareil construit pour 60 kilogrammètres. On fait également des moutons rotatifs de 275 kilogrammètres.

MOUTON-PENDULE DE CHARPY. — Le schéma de la figure 24 donne le principe de l'appareil. Une masse M peut osciller à la façon d'un pendule autour d'un axe fixe *o* par l'intermédiaire d'un bras rigide *Oa*.

L'éprouvette étant placée en E et l'ensemble M*Oa* étant fixé dans une position initiale, constante pour tous les essais, on libère cet ensemble M*a*O.

L'éprouvette est rompue et la masse M remonte jusqu'à une certaine hauteur M'. L'angle de remontée est caractéristique de l'énergie résiduelle, et permet par sa mesure le calcul de la résilience.

Il existe plusieurs types de cet appareil, correspondant à des puissances différentes (fig. 25).

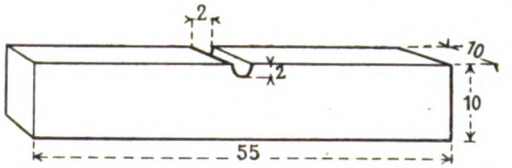


Fig. 26. — Barreau entaillé pour la détermination de la résilience d'un métal par essai au choc (mouton-pendule de Charpy).

***

Pour conclure, disons que les résultats fournis par l'essai de choc ne sont seulement comparables

Digitized by Google

entre eux que si on opère dans les mêmes conditions : type d'éprouvettes semblables, même modèle de mouton, etc.

Les appareils dont nous venons de parler sont tous d'origine française. Tous ceux utilisés dans les laboratoires étrangers sont du même type, dont quelques-uns cependant diffèrent par des modifications de détails.

IV. — Essais divers.

Il existe encore d'autres méthodes d'essais, que nous nous contenterons de citer pour mémoire.

Les *essais de compression et de flexion* qui s'exécutent le plus souvent sur des machines de traction au moyen de dispositifs et de montages spéciaux.

Les *essais d'emboutissage* sur les métaux en feuilles, qui consistent à déformer un fragment de tôle ou de planche à l'aide d'un poinçon solidaire d une presse. M. Guillery a réalisé un appareil extrêmement pratique pour la réalisation de cet essai (fig. 10 et fig. 27).

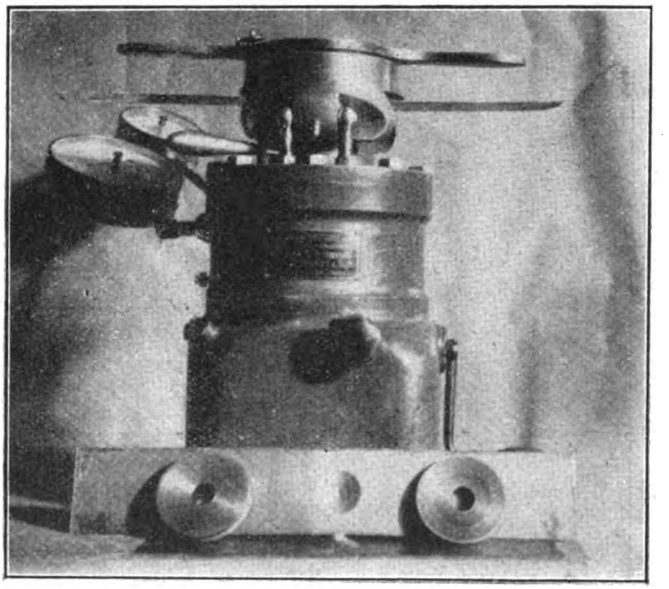


Fig. 27. — Machine à essayer les métaux en feuilles à l'emboutissage (11 à 12 tonnes). Malicet et Blin constructeurs.

Les *essais d'usure* et de *frottement*, qui donnent des résultats souvent très difficiles à interpréter.

Enfin, on peut signaler les *essais des cisaillement, de torsion, d'efforts alternés*, de *chocs répétés*... etc., qui sont utilisés dans des cas particuliers.

V. — Conclusion.

Le très court aperçu qui vient d'être donné permet de se faire une idée de la place importante que tiennent les essais mécaniques dans l'étude des produits métallurgiques. Cependant ce serait une erreur de croire qu'ils se suffisent à eux-mêmes et que seule la détermination des caractéristiques mécaniques peut satisfaire le métallurgiste. Il existe, en effet, bien d'autres moyens d'investigation, tels que : métallographie microscopique (1), analyse chimique, analyse thermique, etc., sans parler des procédés ultra-modernes comme la radio-métallographie, dont nous aurons peut-être l'occasion d'entretenir nos lecteurs.

Ce n'est donc pas une seule catégorie d'essais qui doit être appliquée pour l'étude d'un produit métallurgique, mais c'est l'ensemble de tous les moyens de recherches dont on dispose, qui donnera les renseignements vraiment complets et, directement, utilisables. Pendant trop longtemps, hélas ! les industriels ont considéré le laboratoire comme un objet de luxe ou de réclame ; aujourd'hui ils ont compris son importance en lui donnant une place prépondérante et un rôle très actif dans leurs usines. Le facteur scientifique est, en effet, à notre époque, où la complexité des fabrications augmente chaque jour, une condition essentielle du progrès.

(1) Voir l'article de M. J. SEIGLE sur *la Métallographie microscopique* dans *la Science Moderne* de mai et juillet 1927.

Digitized by Google

Les Véhicules à Gazogènes

PAR

le Capitaine BERTRAND

Ancien élève de l'École Polytechnique.

I. — Généralités.

La nécessité de réduire nos achats d'essence à l'étranger s'impose ; aussi depuis plusieurs années inventeurs et constructeurs s'efforcent-ils de rendre pratiques des véhicules utilisant des sources d'énergie vraiment nationales.

Divers moyens ont été étudiés, divers procédés mis au point et expérimentés : véhicules à accumulateurs (1), à moteurs à huile lourde, à gazogène... Parmi tous ces procédés nous étudierons l'emploi des gazogènes à bois ou charbon de bois, qui se recommande autant pour la simplicité de son utilisation que parce qu'il ne nécessite pour ainsi dire pas d'immobilisation de capital.

L'étude que nous entreprenons a surtout pour but de mettre en lumière le principe et le mode d'emploi des gazogènes qui mériteraient d'être plus en faveur ; nous pensons qu'ils sont surtout mal connus.

Le moteur employé est un moteur à essence ordinaire, mais au lieu de l'alimenter avec un mélange de vapeur d'essence et d'air on l'alimente avec un mélange du gaz provenant d'un gazogène et d'air.

Le *gazogène* est un récipient clos où s'opère la combustion incomplète de bois ou de charbon de bois. La combustion complète donnerait du gaz carbonique et de la vapeur d'eau, qui ne sont pas combustibles. Mais la combustion incomplète donne : des poussières et des goudrons, que l'on arrête dans un *épurateur* ; de l'oxyde de carbone, qui additionné d'air donne un mélange détonant et de l'hydrogène, provenant de l'action du charbon en ignition sur la vapeur d'eau provenant de l'humidité et qui donne aussi avec l'air un mélange détonant.

Enfin l'azote contenu dans l'air introduit dans le gazogène n'est pas modifié et sort mélangé à l'oxyde de carbone et à l'hydrogène ; il n'est pas combustible, comme on le sait. Ce mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène et d'azote porte le nom de *gaz pauvre*, vieille dénomination qui, comme dans bien des cas, ne correspond guère aux qualités de ce gaz.

Le gaz pauvre se mélange à l'air en quantité convenable dans un *mélangeur* d'où il est envoyé au moteur. Le reste du fonctionnement du moteur est identique au fonctionnement à l'essence.

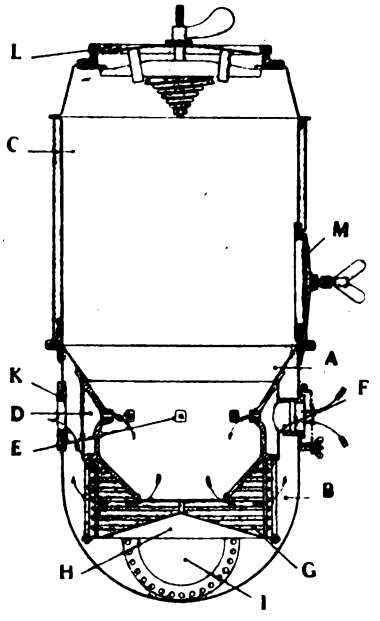


Fig. 1. — Gazogène à bois Berliet.

II. — Gazogènes et épurateurs.

Le mot de *gazogène* éveille l'idée d'un appareil encombrant et peu maniable ; il est en réalité de dimensions très réduites et ne cause ni difficultés ni danger. Nous n'en ferons pas de description générale mais nous étudierons d'emblée quelques réalisations.

Gazogène à bois Berliet (Système Imbert de Diétrich). — Le bois est placé dans la *trémie* C étanche (fig. 1), à la partie inférieure de laquelle se trouve le *foyer* A, en forme d'entonnoir : l'air extérieur aspiré par le moteur pénètre par l'orifice F dans la chambre circulaire D et, passant par les *buses*, circule dans le sens des flèches à travers la braise. Transformé en gaz pauvre, il traverse la *grille* G et se rend à l'*épurateur* par l'orifice K.

L'*épurateur* est constitué par une série de tubes de tôle contenant des plaques perforées destinées à arrêter les impuretés et les poussières. Ces tubes sont placés transversalement au châssis (fig. 4).

Gazogène à charbon de bois « Renault ». — Le *foyer* (fig. 2) tronconique est placé à la partie inférieure de la *trémie*. L'air d'alimentation s'échauffe en circulant d'abord entre le foyer et la paroi extérieure, puis pénètre par les ouvertures ménagées entre le foyer et la trémie. Le gaz pauvre, aspiré

(1) *La Science Moderne*, janvier 1928, pp. 8-13.

Digitized by Google

par le moteur, sort par la *grille* inférieure et passe par les *tubes refroidisseurs* dans l'*épurateur*.

L'*épurateur* contient du coke et porte à sa partie supérieure de nombreuses bougies filtrantes en tissu spécial, qui achèvent l'épuration commencée par le coke.

Gazogène à charbon de bois « Autogaz ». — L'air pénètre par les entrées d'air indiquées sur la figure 3, se charge de vapeur d'eau dans le récipient placé à l'avant et circule de bas en haut dans le foyer. Le gaz pauvre (contenant une forte proportion d'hydrogène dû à la décomposition de la vapeur d'eau) lèche le réservoir d'eau pour l'échauffer et se rend à l'*épurateur*.

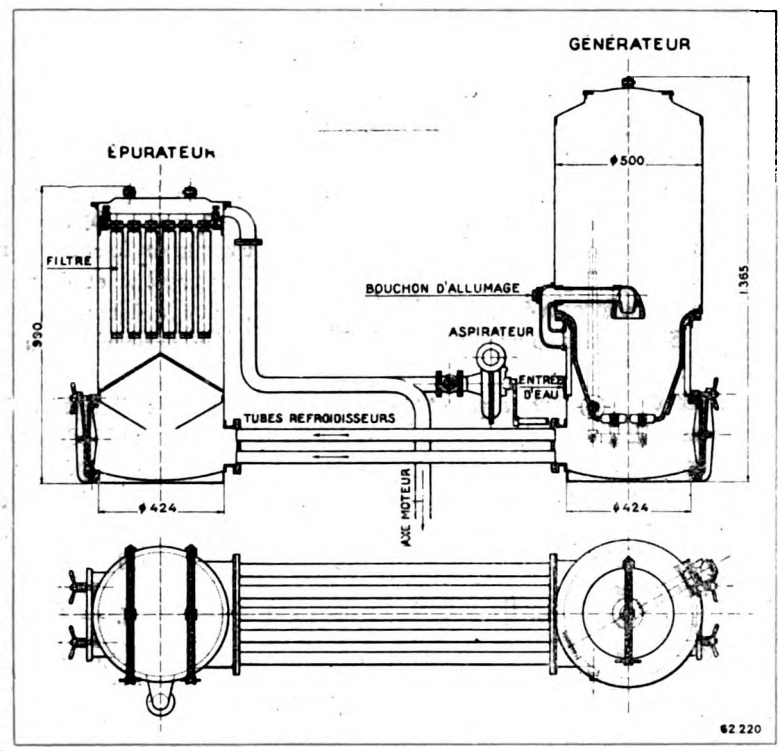


Fig. 2. — Schéma du gazogène Renault.

III. — Le moteur, la mise en route.

Le moteur est un moteur à essence ordinaire. Cependant, comme on constate pour les moteurs à faible compression une diminution de puissance de près de 40 p. 100 sur le fonctionnement à l'essence, on emploie de préférence des moteurs à « essence poids lourds », dont la perte de puissance peut tomber à 10 p. 100 en raison de leur plus forte compression. C'est une des raisons principales pour lesquelles on munit surtout de gazogènes les camions et les tracteurs.

On pourrait réduire encore la perte de puissance en augmentant davantage la compression, mais alors le moteur ne pourrait plus fonctionner à l'essence, ce qui serait un gros inconvénient. Il est bon, en effet, que le véhicule à gazogène puisse faire, en cas de besoin, un petit parcours à l'essence et d'autre

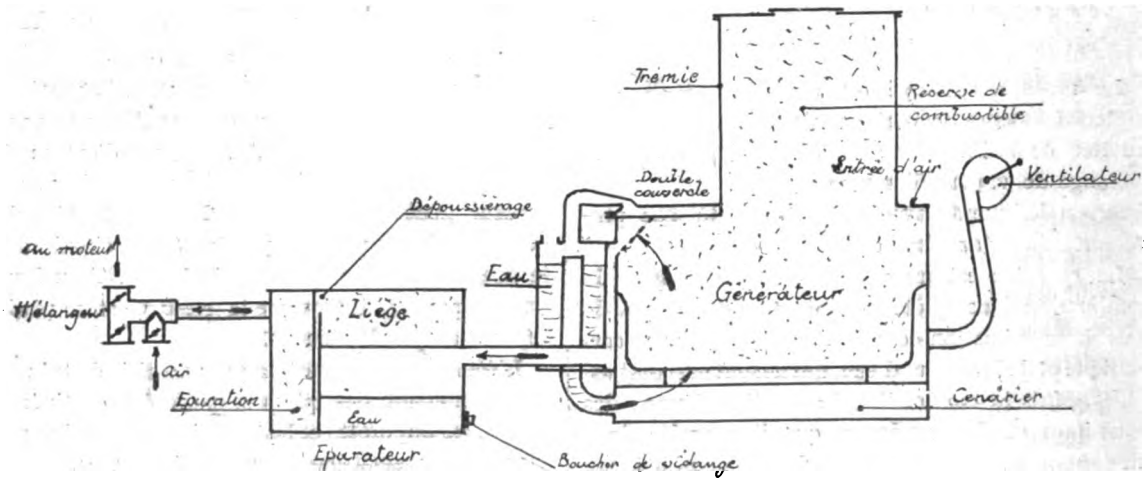


Fig. 3. — Générateur « Autogaz » de la Société française des Gazogènes (Sogeco).

Dans l'*épurateur* les poussières sont retenues par barbotage dans l'eau ; le gaz pauvre traverse ensuite des copeaux de liège, puis barbote dans un mélange d'huile et de pétrole qui retient les goudrons.

Digitized by Google

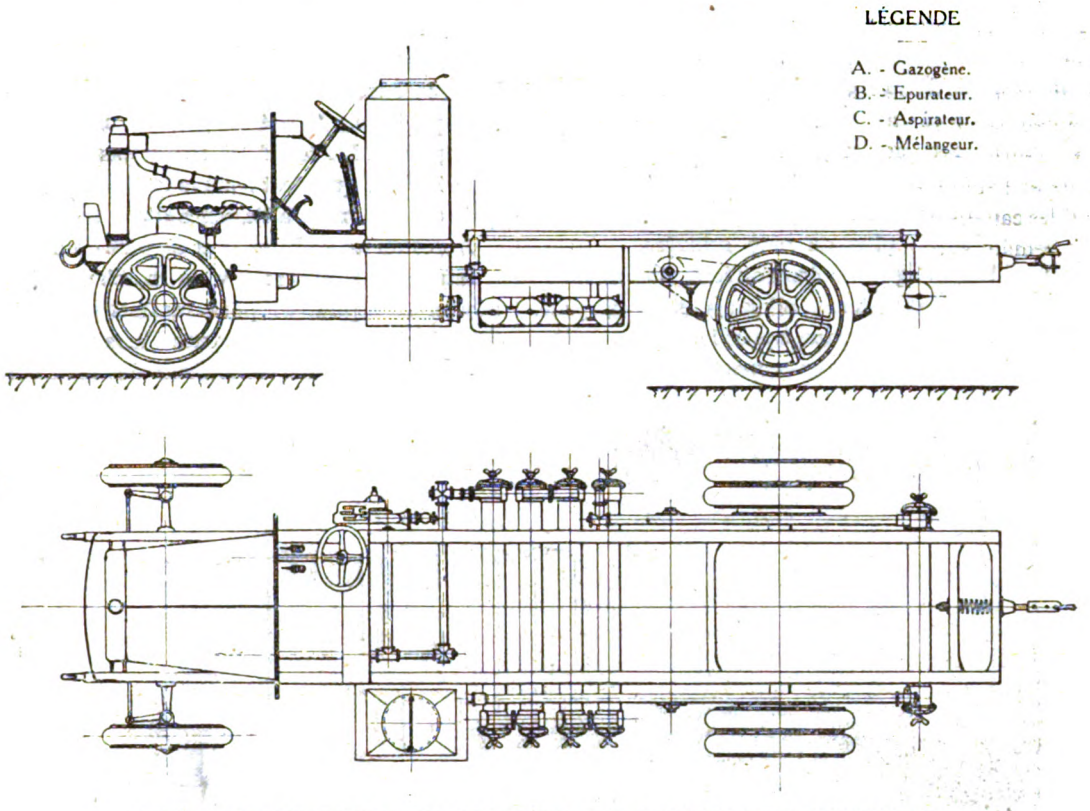


SCHÉMA D'APPLICATION DU GAZOGÈNE SUR CAMIONS ET CAMIONNETTES

Fig. 4. — Montage du gazogène Berliet (Imbert-de-Diétrich).

part il est très important qu'en cas de réquisition il puisse, si c'est nécessaire, reprendre avec le minimum de modifications la marche à l'essence. On accepte donc cette perte de puissance, qui se fait surtout sentir dans les fortes côtes, et passe presque inaperçue sur les faibles profils.

Mise en route. — Pour allumer le gazogène, o

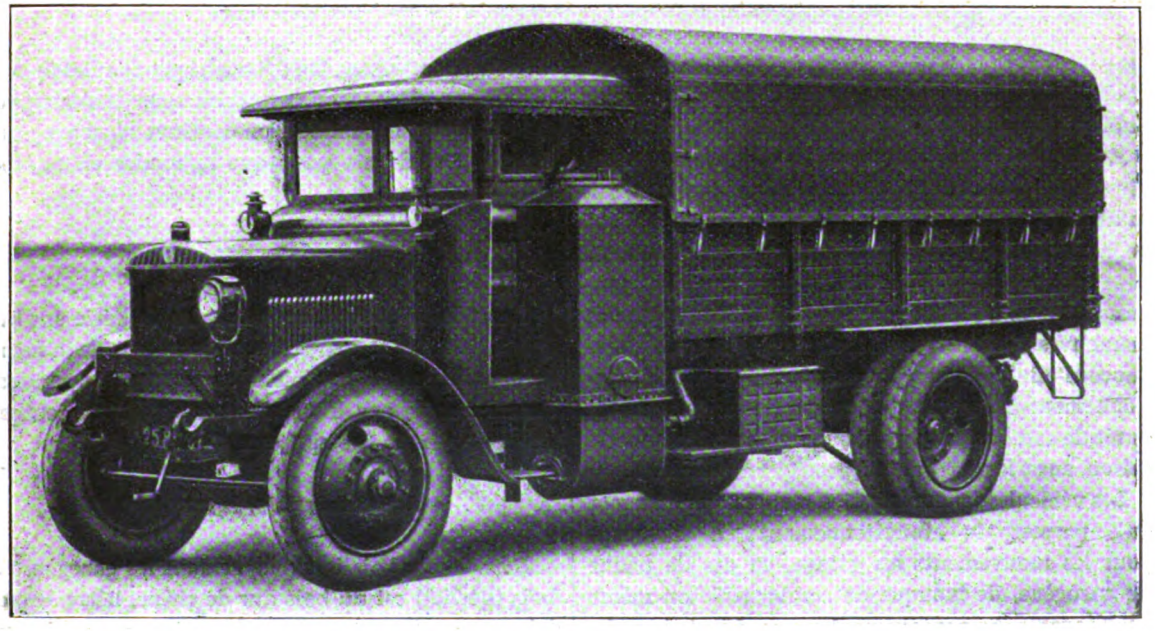


Fig. 5. — Camion Berliet à gazogène.

Digitized by Google

ferme la communication entre le moteur et le gazogène, on introduit par l'orifice d'arrivée d'air un chiffon imbibé d'essence ou un papier enflammé, et on manœuvre à la main un *ventilateur d'allumage*. Ce ventilateur aspire l'air à travers le gazogène et l'épurateur, amorce la combustion et remplit les canalisations de gaz pauvre. Cette opération ne demande pas plus de cinq minutes.

Quand l'allumage est obtenu on ferme la communication entre le ventilateur d'allumage et le gazogène, et on l'établit entre le gazogène et le *mélangeur*. Cet organe produit le mélange en proportions convenables

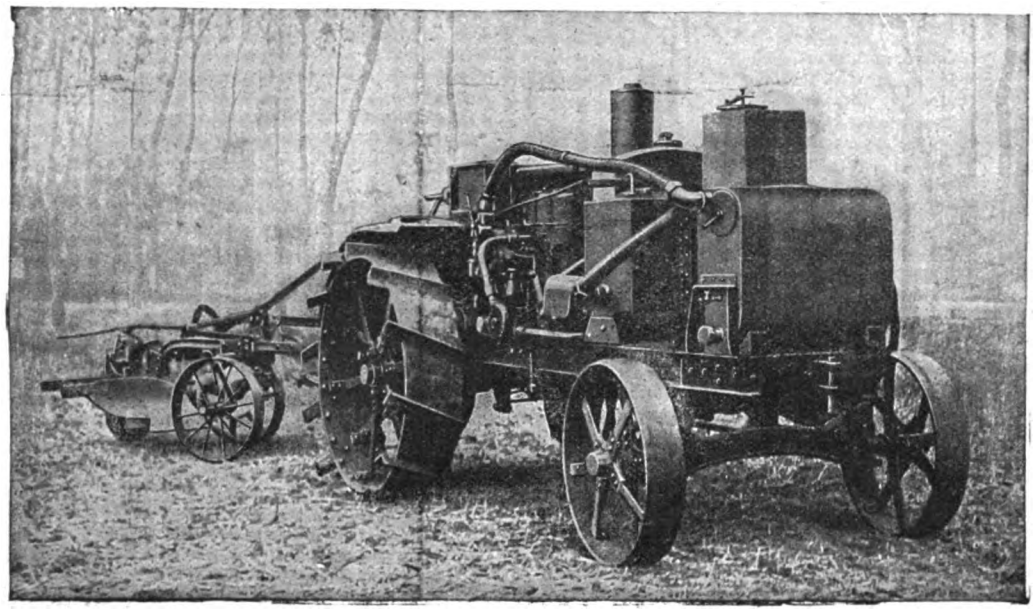


Fig. 6. — Tracteur Autogaz de la Société française des Gazogènes.

de gaz pauvre et d'air ; il est relié à la tuyauterie d'admission du moteur, avec interposition d'un papillon commandé par la pédale de l'accélérateur.

Le départ du moteur se fait la plupart du temps directement au gaz pauvre (Berliet, Autogaz) ; il suffit de faire faire quelques tours au moteur à l'aide de la manivelle de mise en marche ou du démarreur. Il se fait parfois à l'essence, et on passe alors progressivement au fonctionnement au gaz pauvre en manœuvrant un robinet à trois voies (Renault). L'avance à l'allumage doit être plus forte que pour le fonctionnement à l'essence, en raison de la plus grande durée de combustion du mélange gazeux. Pour cette raison, aussi le moteur n'est pas sujet à « cogner ».

Les véhicules sont munis d'un carburateur à essence qui permet le fonctionnement à l'essence pour les mouvements au garage, en cas de panne du gazogène, de manque de combustible ou même pour fournir momentanément un excédent de puissance. Un robinet à trois voies permet de passer d'un fonctionnement à l'autre aussi progressivement que l'on veut.

Ce carburateur est alimenté par un réservoir dont la capacité est limitée à 5 ou 10 litres suivant la charge utile. L'État n'admettrait pas, en effet, qu'un tel véhicule, qui n'est soumis qu'à un impôt réduit, puisse fonctionner à l'essence d'une façon continue.

Après un arrêt du moteur de plus de dix minutes il faut, avant de remettre en marche, actionner de nouveau l'aspirateur pour ranimer la combustion dans le foyer. Les gazogènes Renault comportent un dispositif spécial de *veilleuse* destiné à éviter cet inconvénient (fig. 2). On débouche pendant les arrrêts le tube de *veilleuse* qui permet aux gaz de s'échapper à l'extérieur. La combustion continue ainsi avec une intensité suffisante pour que la remise en marche soit immédiate.

IV. — Les véhicules.

Les véhicules sont des véhicules de série sur lesquels on a fixé le gazogène et l'épurateur de la façon la moins gênante possible. Des descriptions seraient inutiles et de peu d'intérêt ; nous nous contentons de renvoyer le lecteur aux figures 5, 6, 7.

V. — Le combustible, la consommation.

Bois. — Le bois à employer dans les gazogènes à bois (Berliet) est du bois dur de chêne, hêtre, orme, frêne ne contenant pas plus de 12 à 15 p. 100 de son poids d'eau ; on ne peut utiliser les essences résí-

Digitized by Google

neuses que si elles sont parfaitement sèches. Le bois doit être débité en petits morceaux se rapprochant du cube de 4 centimètres de côté. La régularité n'est pas indispensable, mais la longueur ne doit pas dépasser 6 centimètres, faute de quoi les vides sont trop grands et le gaz pauvre contient une plus grande proportion de gaz carbonique incombustible et moins d'oxyde de carbone combustible. Pour le premier allumage le foyer doit être rempli de charbon de bois, la trémie seule étant garnie de bois ; on alimente ensuite avec du bois seulement.

Charbon de bois. — Le charbon de bois doit être concassé au préalable en morceaux de la grosseur d'une noix, et débarrassé de poussière de charbon. Ce concassage peut se faire avec une machine très simple analogue à un brise-tourteaux, inventé par M. Ringelmann. On peut aussi couper d'abord le bois à la longueur voulue avec un coupe-ramilles avant la carbonisation. Il y a le même inconvénient que pour le bois à employer de trop gros fragments.

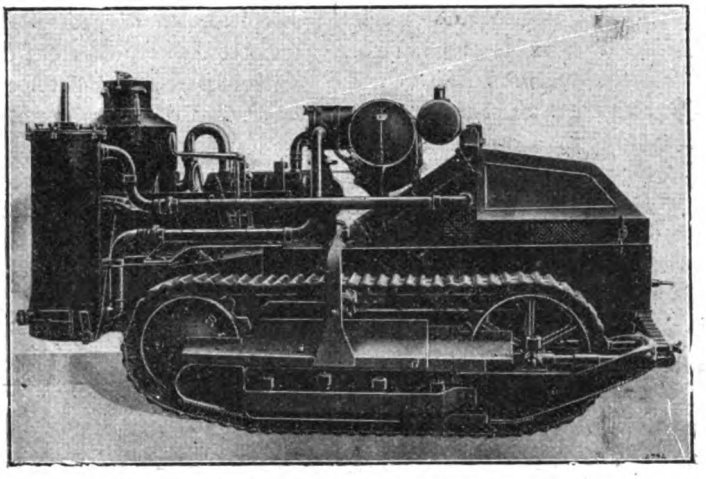


Fig. 7. — Tracteur à chenilles Renault à gazogène.

Agglomérés. — On a envisagé l'emploi de poussier de charbon de bois aggloméré avec du goudron, afin d'avoir des morceaux tout à fait réguliers. Il ne semble pas que l'on puisse compter beaucoup sur ce combustible, tant à cause de son prix de revient élevé que parce que le goudron qui entre dans sa composition détériore, malgré les épurateurs, les pistons et les cylindres du moteur.

Consommation. — Les études faites sur la consommation des gazogènes ont montré que 45 kilogrammes de charbon de bois ou 90 kilogrammes de bois équivalent largement à 30 litres d'essence. Tous calculs faits, la dépense de combustible est quatre fois plus faible avec le bois ou le charbon de bois qu'avec l'essence.

Carbonisation. — La carbonisation se fait soit par perfectionnement de l'antique procédé des meules, à l'aide d'appareils transportables, ou dans de véritables appareils de distillation semi-fixes, qui fournissent non seulement le charbon, mais encore les goudrons de bois et l'acide acétique ; leur chauffage se fait avec des déchets, brindilles et broussailles.

VI. — Conclusion.

L'emploi des gazogènes comporte de nombreux avantages : d'une part, réduction considérable de la consommation, emploi d'un combustible qui abonde chez nous, puisqu'on pourrait tirer parti des branchages, ramilles et broussailles qui encombrent nos bois et forêts et constituent un grave danger d'incendie. D'autre part la puissance fiscale du camion à gazogène n'est que les 7/10 du même véhicule à essence et l'impôt est lui-même réduit de 50 p. 100 ; à ces avantages s'ajoutent d'importantes primes d'achat et d'entretien attribuées aux acheteurs de camions primés.

On considère que depuis le concours franco-belge de 1925 le gazogène est devenu tout à fait pratique et d'une application industrielle immédiate. Et cependant, malgré ses avantages, ce procédé ne se répand pas rapidement. Le public hésite devant un système nouveau, craint un appareillage compliqué, des difficultés d'emploi et s'en tient au moteur à essence, quitte à dépenser presque le quadruple en combustible et plus du double en impôts.

L'armée emploie déjà bon nombre de véhicules à gazogène ; il serait à souhaiter que les services publics donnent eux aussi l'exemple afin de venir à bout des dernières hésitations. Enfin les propriétaires de domaines forestiers pourraient eux aussi apporter leur aide en mettant en service des appareils de carbonisation, ou tout au moins en prévoyant cette mise en service pour le moment où la demande de charbon de bois serait suffisante, et en munissant de gazogènes non seulement leurs camions et tracteurs, mais encore les moteurs de leurs installations fixes ou demi-fixes.

BIBLIOGRAPHIE.

Le Charbon de Bois, par Max RINGELMANN, professeur à l'Institut National Agronomique (Librairie agricole, à Paris).

Poids lourds, véhicules industriels et agricoles, gazogènes, par R. DUBŒUF, ingénieur A. et M. paru, dans le n° du 11 décembre 1926 de *La Vie Agricole* (Baillière éditeur).

Notices des constructeurs.

Digitized by Google

Marines militaires

PAR

G. LA ROËRIE

Il n'est bruit, depuis quelques années, dans la grande presse, que de notre résurrection maritime. De longs et pompeux articles y sont fréquemment consacrés aux performances et aux records de nos nouvelles unités. Le pays y a du moins gagné que le grand public s'intéresse enfin à notre marine, ce qui est un bien considérable : les crises les plus graves de notre histoire auraient été évitées ou écourtées si la France avait moins négligé, dans le passé, sa puissance navale.

Devant cette propagande, le profane réagit, suivant son tempérament, de deux façons opposées : ou bien il reste convaincu que tout est pour le mieux et que nous avons la plus belle marine du monde, ou bien, sceptique à l'égard de tout ce qu'il voit « sur les journaux », il pense que tout ce battage couvre du vide.

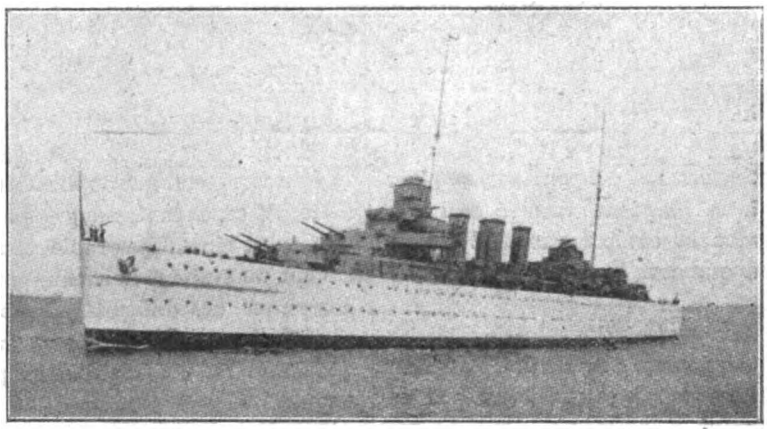


Fig. 1. — Le *Cumberland*, croiseur de 10 000 t.-w. (tonnes « Washington »), déplaçant, armé, environ 13 600 tonnes réelles. Puissance 80 000 HP. Vitesse 31 nœuds 5 (58 km. 340 à l'heure). Armement : 8 canons de 200 millimètres. Mis en service en janvier 1928. Coût approximatif : 1 850 000 livres.

La vérité, comme toujours, est entre les deux. Il est bien certain que la France ne compte plus parmi les grandes marines — Angleterre, Etats-Unis, Japon — et que rien n'a pu jusqu'ici être entrepris pour la replacer, même sur un très petit pied, dans cette catégorie. Il n'en reste pas moins qu'un effort décisif a été fait à temps : la marine était presque morte ; depuis la loi de 1922 sa déchéance est arrêtée ; on a reconstitué un noyau bien vivant, duquel une vraie flotte pourra renaître dès que les finances le permettront. En outre, dans la mesure des moyens, on a paré aux besoins les plus urgents.

***

La France ne compte pas parmi les grandes marines parce qu'elle n'a pas de cuirassés. On sait que les accords de Washington lui permettent seulement, ainsi qu'à l'Italie, 1 tonne 7 de grands bâtiments pour chaque 5 tonnes allouées à l'Angleterre et aux Etats-Unis, ou 3 tonnes au Japon. Mais le déclassement résulte, autant que du nombre, de la qualité des unités. Nos six vieux cuirassés de 23 000 tonnes représentent des conceptions d'il y a vingt-cinq ans. L'Angleterre a envoyé à la ferraille des navires plus modernes qu'eux. Ils ne portent que des canons de 305 et 340 millimètres, alors que les cuirassés modernes sont armés de 400, de 380, ou au moins de 356. Dans leur structure même, les navires qui ont bénéficié des enseignements de la guerre (en Angleterre, le *Hood*, et plus complètement, le *Nelson* et le *Rodney*) présentent des innovations qui déclassent tous les types plus anciens.

Or, quoi qu'on ait pu dire de la vulnérabilité du cuirassé devant le sous-marin ou l'avion, celui-là reste l'armature de la puissance navale. Même si elle ne circule pas en temps de guerre, l'escadre de ligne conditionne la liberté de la mer comme l'or enfermé permet la circulation de la monnaie divisionnaire. Ce n'est pas ici le lieu de rouvrir cette controverse sur la nécessité du *capital-ship*. Contentons-nous de remarquer qu'en dehors de toute considération militaire, la valeur du cuirassé sera réelle, aussi longtemps et du seul fait qu'elle sera admise par un certain nombre de gouvernements. Il ne faut pas oublier, en effet, que le but des outils de guerre, c'est la paix. Ramener la paix par la victoire, c'est bien : empêcher la guerre c'est beaucoup mieux ; le meilleur rôle des forces armées, c'est de peser sur les conversations diplomatiques de façon à prévenir insensiblement les conflits. A cet égard, le poids du cuirassé n'est pas niable, et cette raison, à défaut d'autres, nous paraît décisive.

Digitized by Google

***

Ceux qui se résignent trop facilement à voir la France surclassée admettent volontiers que ce fut là, de tout temps, une situation inévitable. Avant le développement rapide des marines allemande, américaine et nipponne, il y avait du moins la marine britannique avec laquelle aucune compétition ne semblait possible ; nous avons donc déjà vécu dans un état d'infériorité établie sans qu'il en résulte rien d'anormal, et il n'y a pas à s'en émouvoir. A cela, il faut répondre qu'au contraire cette position d'infériorité indiscutable est relativement récente. Vers la fin du siècle dernier, la suprématie de l'Angleterre, quant au corps de bataille, n'était pas considérable autrement que sur le papier. Ses cuirassés, sans protection aux extrémités, étaient éminemment chavirables au combat. On pouvait épiloguer quant à l'issue d'un conflit possible. La France pouvait alors laisser entendre, à n'importe qui, que la supériorité effective ne s'établit que par l'action. Cette situation, seule digne d'une grande puissance, il est prématuré de lui dire adieu sur un ton résigné quand il y a à peine trente ans qu'on l'a perdue. Trente ans, c'est peu dans la vie d'un peuple.

***

Ce qui peut d'ailleurs nous consoler présentement de l'éclipse de notre marine, c'est qu'elle se produit à un moment où la politique maritime mondiale,

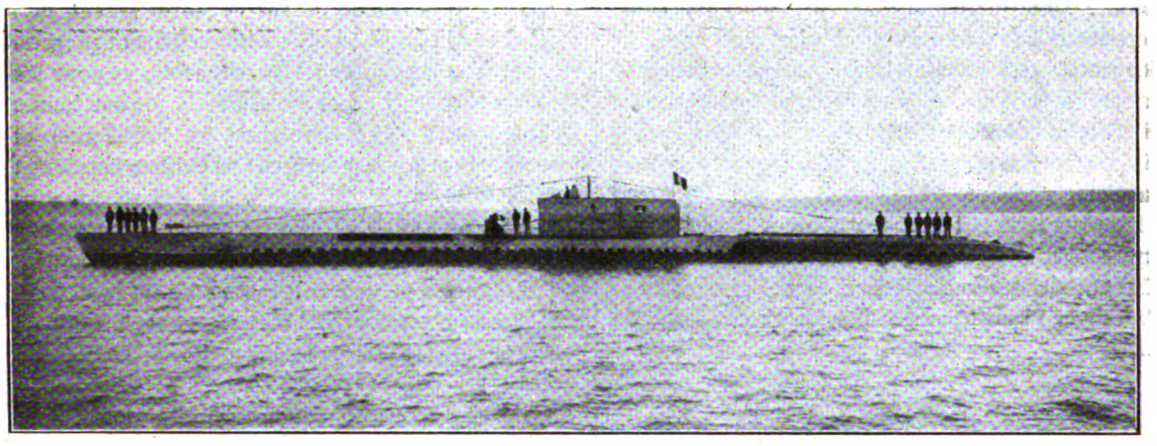


Fig. 2. — Submersible français *Sirène*.

fort confuse, n'annonce pas de problèmes à brève échéance. Avant la guerre, on démêlait, à travers les programmes navals des différents pays, tel dessein général, telle conception stratégique, voire même telle intention tactique.

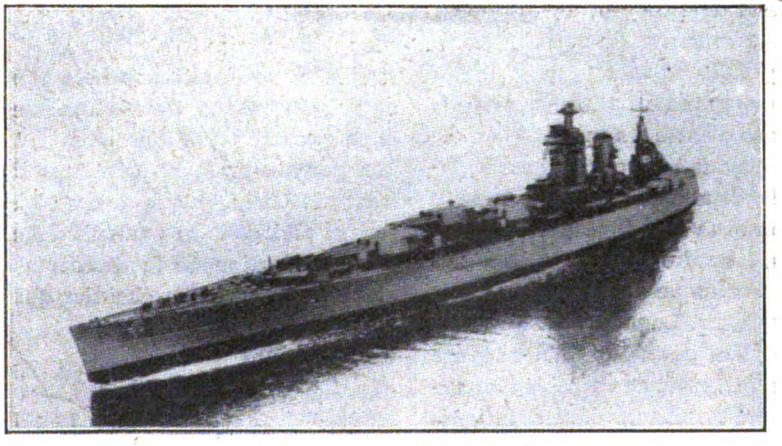


Fig. 3. — Cuirassé anglais *Nelson*. Déplacement, 30 000 tonnes « Washington ». Porte 9 canons de 400 millimètres.
Entré en service, ainsi que son frère le *Rodney*, en 1927. Coût approximatif : 7 000 000 livres, soit plus de 800 millions de francs.

Aujourd'hui ce ne sont plus les buts, mais les moyens financiers qui règlent l'effort. Dans la course aux armements, même les grands *as* sont essoufflés. En outre, les accords de Washington sont venus introduire des facteurs tout à fait arbitraires qui faussent l'évolution du matériel naval à un point que l'on n'a certainement pas encore complètement « réalisé ». Rappelons, par exemple, que le calibre maximum des canons est fixé à 400 millimètres, alors que les experts estimaient, dès 1914,

Digitized by Google

que le calibre de 450 serait bientôt nécessaire. Aucune limite n'étant fixée à l'épaisseur des blindages, l'issue du fameux duel entre le canon et la cuirasse est théoriquement assurée en faveur de cette dernière ; pratiquement la marine qui pourrait se contenter d'unités défensives serait ainsi en mesure d'interdire certains parages aux flottes de premier rang. Toutes les conséquences inattendues de ces spécifications arbitraires ne se sont pas matérialisées dans la réalité parce que, comme nous le disions plus haut, les constructions sont partout réduites dans un esprit d'économie. Ces conséquences restent néanmoins toujours possibles. Ces deux facteurs : 1° caractère artificiel des conditions imposées au matériel par les traités ; et 2° désir général de réduire les sacrifices financiers, régissent étroitement l'échiquier naval de l'après-guerre ; il faut les avoir à l'esprit pour comprendre.

Ces notions générales dûment rappelées, voyons ce qu'a fait la France pour sa marine en ces dernières années.

***

On sait que le programme naval de 1912 prévoyait 28 cuirassés, 10 croiseurs légers, 10 croiseurs pour les colonies, 52 grands torpilleurs et 94 sous-marins. La guerre suspendit les constructions, la victoire les arrêta : elle avait coûté si cher qu'il n'y avait plus d'argent. Dès 1920, on décidait de ne pas reprendre a construction des cinq cuirassés type *Normandie* en chantier à l'ouverture des hostilités. Ces bâtiments, d'un type vieux déjà de sept ans, auraient coûté à achever 3 ou 4 milliards de notre monnaie d'aujourd'hui. Il n'y fallait pas songer, pas plus qu'à entreprendre de grandes unités modernes.

Décidément éliminée d'entre les marines de premier rang, la France n'avait à se soucier que de garder sa place dans la deuxième catégorie, notamment en ce qui concerne sa situation dans la Méditerranée. Sur ce plan, l'escadre cuirassée restait suffisante ; par contre, le manque de bâtiments légers se faisait cruellement sentir. Le programme de 1912 n'avait pas fait une place assez grande à ce genre d'unités, dont la guerre venait de montrer l'importance. Tous nos contre-torpilleurs étaient fatigués par un service intensif. Tandis que l'Italie en avait lancé 36 entre 1915 et 1922, la France n'en avait acquis que 15 (3 construits chez nous et 12 achetés au Japon). L'Italie possédait 9 croiseurs légers (contre nous 5) et 61 torpilleurs (contre 48, dont beaucoup hors d'usage).

La situation n'était pas plus brillante en ce qui concerne les sous-marins, arme par excellence d'une politique défensive. Nous avions péniblement achevé une trentaine d'unités, la plupart sur des plans d'avant-guerre, beaucoup munies de moteurs défectueux. L'Italie, pendant le même temps, en avait construit plus de 40, le Japon autant, l'Angleterre et les États-Unis chacun une centaine.

***

Pour remédier à cette infériorité, le Gouvernement préparait le projet de loi sur le Statut Naval, prévoyant la construction et le renouvellement progressif (après 12 ans pour les sous-marins, 15 pour les torpilleurs et 17 pour les croiseurs) de 360 000 tonnes de bâtiments légers (croiseurs et torpilleurs) et 96 000 tonnes de sous-marins. Ces chiffres paraissent raisonnables, sauf peut-être celui des sous-marins qui est trop modeste ; cela ne donne guère qu'une soixantaine d'unités, soit, en y ajoutant une cinquantaine d'autres prévus au programme de la défense des côtes, un total de 100 à 110 sous-marins, plutôt faible en regard des enseignements de la dernière guerre.

Le projet de statut naval, déposé en mars 1923, n'a jamais été voté par le Parlement. Celui-ci a préféré voter, par petites tranches, les autorisations de mise en chantier et les crédits correspondants. Ces lois, à part une exception, ont été votées régulièrement, et, tout compte fait, sans retards excessifs.

Une première loi de mars 1922 a autorisé la mise en chantier de :

3 croiseurs ;
6 contre-torpilleurs ;
12 torpilleurs ;
12 sous-marins.

C'est ce que l'on a appelé la première tranche du programme naval. Depuis 1924, le Parlement vote le programme par tranche annuelle ; le décalage que l'on pouvait craindre à la suite de cette méthode n'est actuellement que de six mois : il ne faut pas trop se plaindre. On poursuit donc, à peu de chose près, l'exécution de la deuxième tranche du programme de mises en chantier qui avait été établi ainsi :

	1925	1926	1927	1928	1929	Total
Croiseurs	1	1	1	1	»	4
Torpilleurs	3	3	3	3	3	15
Torpilleurs	4	4	4	4	2	18
S.-marins de croisière	»	1	»	1	»	2
— de 1er classe	7	5	5	6	5	28
Mouilleurs de mines	2	1	1	1	1	6

La seule grande différence, dans la tranche votée en 1927 consiste dans ce fait que les 4 torpilleurs et les 3 contre-torpilleurs sont devenus, aux fins d'homogénéité, 6 contre-torpilleurs.

Le programme comporte en outre quelques navires spéciaux : 2 mouilleurs de mines et des transports

Digitized by Google

ravitailleurs dont la construction se poursuit au rythme prévu. Enfin, au titre de la défense des côtes les lois de finances de 1926 et 1927 ont autorisé la mise en chantier de 8 petits sous-marins de 630 tonnes.

***

Les lois acquises nous donnent aujourd'hui 8 croiseurs, savoir 3 de 8 000 tonnes ; *Duguay-Trouin*, *Primauguet*, *Lamotte-Picquet*, et 5 de 10 000 tonnes : *Tourville*, *Duquesne*, *Suffren*, *Colbert* et l'unité votée en 1927.

Les trois 8 000 tonnes (1) étaient conçus pour soutenir favorablement la comparaison avec les croiseurs en construction dans les marines étrangères. Avec leur armement de 8 pièces de 155 pouvant tirer ensemble du même bord, et leur vitesse de 34 nœuds, ils sont nettement supérieurs aux *Emerald* anglais, aux *Omaha* américains et surtout aux *Kuma* japonais, du moins en ce qui concerne les qualités offensives. On ne leur a donné aucune protection alors que les étrangers ont un léger blindage sur les organes vitaux. Dans le compromis que représente un navire de guerre, on ne peut développer une qualité qu'aux dépens des autres et le choix comporte de l'arbitraire. En France, on a sacrifié la protection à la vitesse. Nul ne saurait dire, avant la première salve au but, quelle solution était la meilleure.

(1) Il s'agit ici de « tonnes Washington », c'est-à-dire de déplacements mesurés en tonnes anglaises de 1 016 kilos, et non compris les approvisionnements qui représentent environ 1 500 tonnes pour un croiseur de 8 à 10 000 tonnes.

Le déplacement maximum de 10 000 tonnes ayant été fixé par les accords de Washington pour les croiseurs légers, les grandes marines ont adopté ce chiffre. Il n'est pas dit que l'on ne revienne pas, à la réflexion, à des tonnages moindres, mieux en rapport avec le rôle d'éclairage et de surveillance des routes lointaines qui incombe naturellement aux croiseurs ; mais, pour le moment, le type de 8 000 tonnes est surclassé, et, jusqu'à nouvel ordre, ne mérite pas qu'on s'y attarde.

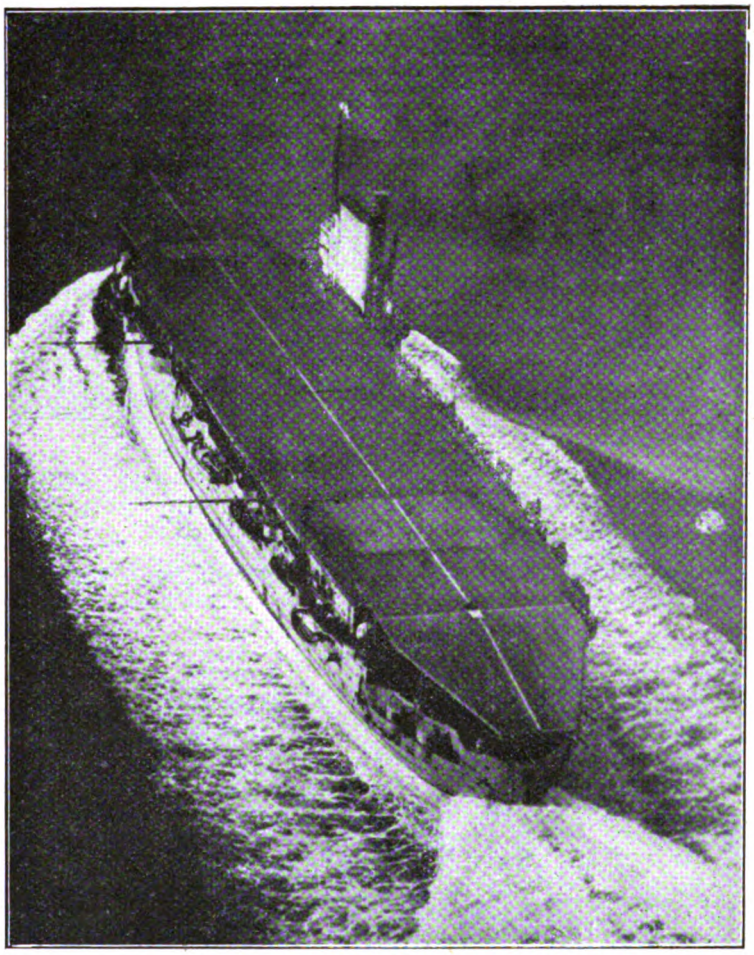


Fig. 4. — Un navire moderne : le porte-avions *Béarn*, dont le pont entièrement dégagé (la cheminée est déportée en abord) forme une vaste plate-forme pour les aéroplanes.

Pour les 10 000 tonnes, voici les caractéristiques adoptées en France (*Duquesne* et *Tourville*) : longueur 185 mètres ; largeur 19 mètres, tirant d'eau 6m,30 ; puissance 120 000 CV ; vitesse 34 nœuds (largement dépassée aux essais), rayon d'action 5 000 milles à 15 nœuds ; armement : 8 canons de 203 millimètres (calibre maximum permis par les accords de Washington pour les navires de ce type) ; artillerie contre avions : 8 pièces de 75 millimètres et 8 de 37 millimètres automatiques ; 6 tubes lance-torpilles de 550 millimètres en deux affûts triples sur le pont. En principe, il y aura une catapulte permettant d'emporter et d'utiliser au moins un avion, mais l'installation, croyons-nous, n'est pas encore faite. A part un blindage de 30 millimètres environ sur le blockhaus et sur ces quatre tourelles doubles qui portent l'artillerie principale (dans l'axe), la protection se réduit à quelques renforcements des ponts et à des cloisonnements pour limiter les effets explosifs d'un projectile au but.

Les idées, à cet égard, sont en train d'évoluer, car sur les unités suivantes, des sacrifices ont été faits

Digitized by Google

pour augmenter la protection : le cloisonnement est plus poussé, les surépaisseurs et les blindages légers sont plus libéralement distribués, enfin l'emmagasinage du combustible a été disposé de façon à assurer quelque abri aux machines et chaudières. Ceci a été obtenu aux dépens de la vitesse pour laquelle on consent une réduction d'environ un nœud par rapport au type précédent.

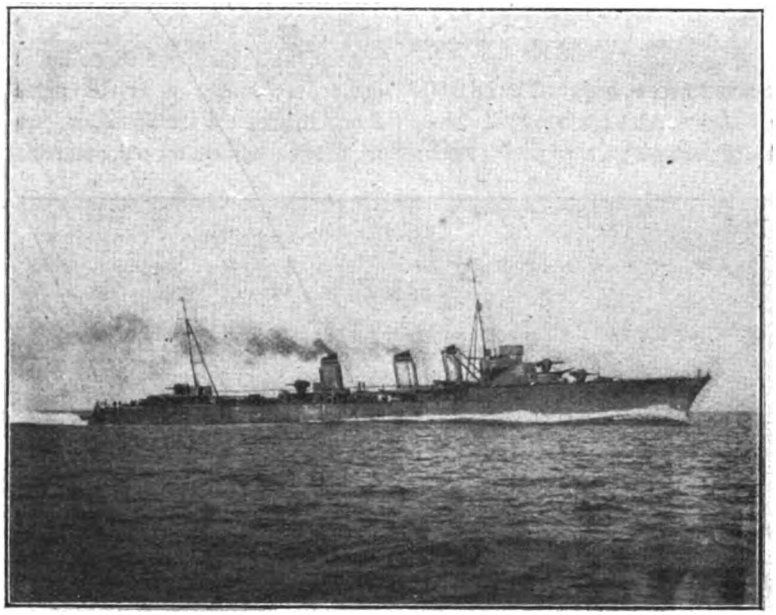


Fig. 5. — Le contre-torpilleur *Jaguar*.

Etant donné que celui-ci avait fourni sous ce rapport des résultats extrêmement brillants et supérieurs aux prévisions (*Duquesne*, 35 nœuds 3, *Tourville*, 36 nœuds 15), que l'on pourra bénéficier de l'expérience acquise, et que les essais se font en France dans des conditions plutôt sévères, il est permis de croire que la vitesse restera suffisante en face de celle des rivaux étrangers.

Quel sera l'avenir de ce type de bâtiment, entièrement artificiel, le croiseur de 10 000 tonnes Washington ? Exagérément encombrant et coûteux pour remplir des rôles de croiseur, on ne voit sa raison d'être que dans la nécessité de faire face à des unités similaires. Les traités ont ainsi abouti à créer de toutes pièces ce que l'on pourrait appeler un bâtiment de ligne poids plume, réservé aux combats dans sa catégorie. C'est une conception plus sportive que stratégique. Quoi qu'il en soit, le fait Washington étant là, l'important est que nos croiseurs tiennent honorablement leur rang dans leur classe. Ce résultat est sensiblement acquis si l'on prend une moyenne des qualités militaires. Tels bateaux, les Anglais par exemple, sont plus robustes et mieux protégés, mais moins rapides. Les Italiens sont à la fois rapides, armés et protégés, mais on ne le sait encore que sur le papier. Si l'Allemagne construit des 10 000 tonnes aussi réussis que ses deux *Königsberg* de 6 000 tonnes, mieux armés que nos *Duguay-Trouin*, ce seront des bateaux supérieurs aux nôtres ; mais ces résultats n'ont été atteints qu'au prix de dépenses somptuaires (emploi d'aciers et de procédés spéciaux, soudure électrique de la coque, etc.) qu'on ne fait guère que sur des échantillons.

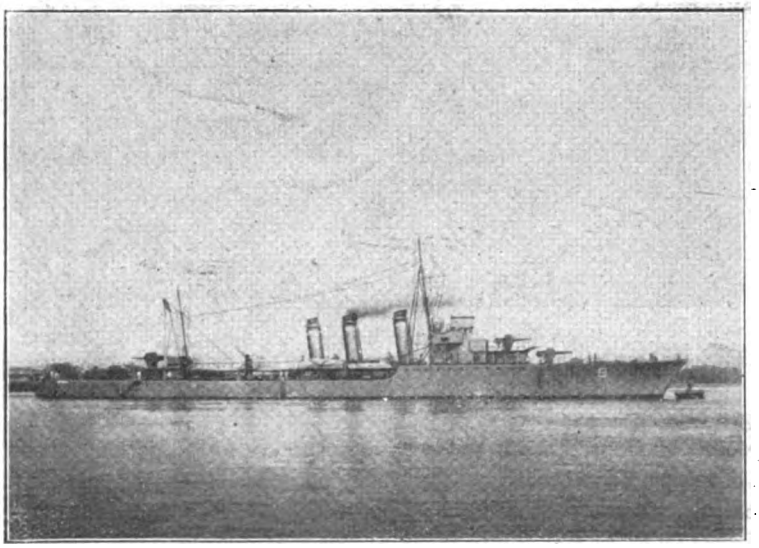


Fig. 6. — Le torpilleur *Simoun*.

Le rôle de petits croiseurs, protecteurs des routes de communication, ce seront en réalité nos contre-torpilleurs qui le rempliront. La marine française a adopté à cette fin un type qui surclasse nettement les divers « éclaireurs légers » et « conducteurs de flottille » en service à l'étranger. Les six *Tigre* ont déjà fait du service et les unités suivantes qui prennent armement progressivement ont à peu près les mêmes caractéristiques, savoir : déplacement, 2 400 tonnes ; longueur, 127 mètres ; largeur, 11 mètres ; tirant

Digitized by Google

d'eau, 3m,65 ; puissance, 50 000 CV. vitesse prévue, 35 nœuds ; rayon d'action, 3 500 milles à 15 nœuds ; armement, 5 canons de 130 millimètres (138,6 sur les derniers) dans l'axe, 2 canons de 75 millimètres (quatre, 37 millimètres automatiques sur les derniers) contre avions, 6 tubes lance-torpille en deux affûts triples dans l'axe.

Rappelons pour mémoire les caractéristiques du type *Bourrasque*, torpilleur de 1 450 tonnes, maintenant abandonné au profit du type unique de contre-torpilleur, mais reproduit, avec des améliorations de détail, jusqu'à la tranche 1927 : longueur 105 mètres ; puissance, 33 000 CV ; vitesse, 33 nœuds quatre canons de 130 dans l'axe, un 75 contre avion six tubes de 550 millimètres.

Ce type est un petit peu moins rapide que ses similaires étrangers mais sensiblement plus armé, le calibre de ces derniers ne dépassant pas le 120. On peut s'étonner de voir que le critérium vitesse n'ait pas été mis au même rang pour les croiseurs et pour les petites unités. A la vérité, il ne s'agit pas là d'un corps de bataille où la vitesse de l'ensemble dépend de celle des éléments les plus lents, ce qui réclamerait une conception homogène. Il faut envisager pour les croiseurs les grandes randonnées, pour les contre-torpilleurs, les patrouilles dans une mer fermée où les distances sont limitées ; l'idée stratégique n'est pas la même.

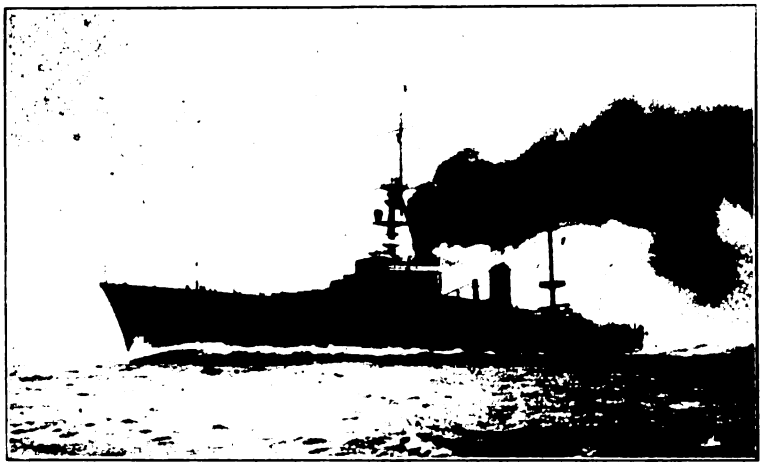


Fig. 7. — *Le Duquesne*.

***

Faute de pouvoir entreprendre dans les limites de cet article une revue de toute l'évolution du matériel naval, disons au moins quelques mots des tendances modernes de l'artillerie.

La guerre a complètement modifié les idées à cet égard. La portée maximum envisagée en 1914 était d'environ 15 000 mètres. Maintenant, les pièces des *Duguay-Trouin* tirent à 26 000 mètres, celles des croiseurs de 10 000 tonnes type *Washington* atteignent suivant les pays de 30 à 33 000 mètres. Les vitesses initiales des projectiles ont presque doublé en quinze ans et approchent du chiffre de 2 000 mètres à la seconde, qui paraît un plafond dans l'état actuel de la technique. Il a fallu pour cela de nouveaux procédés de fabrication, le remplacement de l'ancien système des frettages superposés par celui de l'auto-frettage. La rapidité de tir a dû également augmenter. Un peu partout, on tâtonne encore au sujet du compromis à adopter entre les divers desiderata : angle maximum de pointage (portée), rapidité de chargement, force vive du projectile. Ces divers éléments conditionnent diversement, on le comprendra, le système de pointage, la hauteur des tourillons, le matériel de manœuvre du chargement, le système de fermeture de culasse, etc... et, pour arriver à la solution optima, les modèles successifs ont été relativement nombreux et divers depuis la guerre. La rapidité accrue du tir, l'augmentation des pressions ont nécessité des précautions nouvelles, notamment dans l'écouvillonnage à l'air et à l'eau après chaque coup. Enfin les méthodes de tir s'acheminent vers la perfection. Le réglage n'est plus possible sans une direction unique : diverses solutions sont en pratique, marquant un acheminement plus ou moins complet du télépointage à la télécommande. Le plus rudimentaire assure, à distance du poste de direction de tir, la manœuvre d'index situés auprès de chaque pièce ; là, les pointeurs manœuvrent de façon que d'autres index, solidaires, eux, de la position du canon, restent sans cesse en face des premiers. Peu à peu, on tend vers l'idéal suivant lequel tous les canons battant le même but seraient matériellement asservis à une ligne de mire et une mise de feu uniques manœuvrées au poste de commande.

Cette complication croissante de l'armement et des installations qu'il exige dans tout le bateau a une conséquence importante à notre époque de bâtiments légers : c'est le déclassement du croiseur auxiliaire. Il n'y a pas beaucoup d'années, l'artillerie de mainte unité légère, avec ses canons et ses munitions manœuvrés à bras, était assez rudimen-

Digitized by Google

taire. L'équivalent pouvait s'installer à bord d'un bateau de commerce avec une facilité relative. Il n'en est plus ainsi de nos jours, et l'impossibilité d'improviser un armement sérieux assure aux unités militaires la supériorité que par ailleurs leur manque de protection rendrait précaire.

Nous n'avons guère parlé que de l'armement des nouvelles unités légères ; notons pourtant en passant que celui de nos vieux cuirassés a été efficacement modernisé. Il n'a pas été possible de modifier leurs tourelles de façon à permettre l'augmentation de l'angle de pointage en hauteur jusqu'à 45°, correspondant à la portée maximum, mais en agissant sur les autres éléments balistiques, on a tout de même pu accroître la portée dans la proportion de 50 à 60 p. 100.

***

Pour nous résumer, voyons quelle figure fait maintenant la marine française. Dans sa catégorie, le point de comparaison ne peut être que l'Italie. Les programmes actuellement connus donneront à cette puissance, dans environ quatre ans, quatre croiseurs de 10 000 tonnes *Washington*, quatre croiseurs de 5 000 tonnes, douze contre-torpilleurs d'environ 2 000 à 2 200 tonnes, une vingtaine de torpilleurs d'au plus 1 400 tonnes (tous, comme les contre-torpilleurs, inférieurs aux nôtres) et deux douzaines de sous-marins, la majorité de 800 tonnes environ. En comparant cet effort d'après-guerre à celui que nous avons passé en revue pour la France, ainsi qu'au bilan respectif à la fin de la guerre, également donné plus haut, on voit que notre infériorité est sur le point de faire place à une supériorité réelle. Cette supériorité du matériel serait-elle suffisante pour compenser le handicap géographique de la France, obligée de surveiller deux fronts de mer métropolitains et des colonies dans le monde entier? C'est un autre problème.

***

Après avoir inventorié le matériel, il faudrait parler du personnel, ce qui demanderait, à soi seul, toute une étude. Là, aussi un effort considérable a dû être fait. Ce n'est pas dévoiler un secret de dire que la Marine a connu, à cet égard, en ces dernières années, des déficits angoissants. Les bévues commises peu après la guerre sont maintenant à peu près réparées ; une série de mesures patientes et méthodiques (propagande, amélioration des s lde, des conditions de vie à bord), la possibilité de faire faire aux bateaux de jolies croisières, ont ramené les jeunes gens à la Marine. Les besoins en officiers sont à peu près assurés ; ceux en hommes le sont brillamment depuis cette année. Cet effort devra se poursuivre sans répit pour deux raisons. D'abord les réductions attendues du temps de service militaire viendront sans doute creuser de nouveaux trous. De plus, il ne suffit pas de remplir ses listes d'effectifs avec des unités : il faudrait être en mesure de choisir. Dans les équipages, la proportion des rengagés, armature d'une marine solide, est encore trop faible. Pour les officiers, la sélection, honorable, est tout de même deux fois moins sévère que pour la génération précédente, Il y a là un point névralgique. La vraie propagande, celle qui sème la vocation de servir, se fait par ceux-là mêmes qui portent le « harnois » et en sont fiers ; la démonétisation des galons, des croix, et d'autres choses respectables, lui a fait plus de tort que l'avilissement des soldes pendant l'inflation. Ce courant peut se remonter dans un pays comme le nôtre, mais c'est une question qui dépasse l'action propre de la Marine.

***

C'est, en somme, sur ce point que les volontés doivent s'exercer à l'avenir et dès maintenant si l'on entend poursuivre le redressement de notre marine. Ensuite, il faudra songer, — finances permettant — à construire des cuirassés, ne fût-ce qu'une division de deux. Cette nécessité pourrait bien être soudain précipitée si quelque puissance outsider (l'Espagne, par exemple) se décidait à mettre en chantier des *capital-ships*. De toutes façons, pour compter sur l'échiquier mondial, pour faire sûrement respecter sa neutralité en cas de conflit ailleurs, une grande nation doit posséder au moins quelques unités dont l'appoint ne serait pas négligeable pour une marine de premier rang. Ce rôle-là ne peut être joué d'une façon décisive que par des *capital-ships* du type d'après-guerre. Pour construire ces bateaux, il n'est d'ailleurs pas absolument certain d'avance que le plus tôt sera le mieux. Il existe des moments opportuns au point de vue technique et surtout au point de vue diplomatique.

En résumé, après une période de flottement, le département de la Marine a fait, depuis la guerre, ce qui devait et pouvait être fait pour le relèvement de notre armée de mer ; ce qui reste à accomplir maintenant dépend surtout de facteurs qui dépassent son activité propre : finances, politique générale.

Digitized by Google

Les Ultra-sons et leurs applications

PAR

M. A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon

On sait que le son résulte d'un mouvement vibratoire des milieux matériels et élastiques. Les limites entre lesquelles oscillent les fréquences des sons perceptibles, variables d'ailleurs avec les individus, sont de l'ordre de 30 000 vibrations par seconde pour les sons les plus aigus, et 30 pour les sons les plus graves. La matière peut bien vibrer sous des fréquences plus grandes que cette limite supérieure, ou plus faibles que la limite inférieure, mais alors l'oreille ne perçoit plus les vibrations. Par analogie avec la terminologie adoptée en optique, on désigne sous le nom de vibrations infra-sonores celles dont les fréquences sont inférieures à la plus petite des fréquences perceptibles, et sous le nom de vibrations ultra-sonores celles dont les fréquences sont supérieures à la plus grande des fréquences perceptibles. Plus simplement, on adopte encore parfois les termes d'infra-sons et d'ultra-sons.

On a produit des ultra-sons dont les fréquences atteignent plusieurs millions de périodes par seconde. La durée de chaque vibration, plus faible que pour les sons ordinaires, peut ainsi diminuer jusqu'à n'être plus qu'une fraction de millionième de seconde. La longueur d'onde, qui est l'espace parcouru par le mouvement vibratoire pendant la durée d'une période, est donc plus faible que pour les ondes sonores proprement dites, et d'autant plus faible que la fréquence est plus grande.

Si V est la vitesse de propagation et N le nombre de vibrations par seconde, la longueur d'onde λ a pour valeur :

$$\lambda = \frac{V}{N} \qquad (1)$$

Les sons « audibles » dans l'air représentent donc des ondes ayant une longueur comprise entre $\frac{340}{30}$ et $\frac{340}{30\,000}$, soit 11 mètres et 11 millimètres environ.

Les ultra-sons se propagent dans les divers milieux avec la même vitesse que les sons ordinaires, soit 340 mètres par seconde dans l'air, et 1 500 mètres par seconde dans l'eau. Jusqu'ici les ultra-sons ont surtout été utilisés dans l'eau, où la vitesse est, comme nous venons de le rappeler, 1 500 mètres, soit 150 000 centimètres, par seconde. La longueur d'onde, exprimée en centimètres, que possède dans l'eau un ultra-son correspondant à N vibrations par seconde, est donc fournie par la formule :

$$\lambda = \frac{150\,000}{N}$$

Le tableau suivant donne ces longueurs d'onde pour quelques fréquences :

N	λ
30 000	5 centimètres.
40 000	3,75 —
1 500 000	1 millimètre.

Les ondes ultra-sonores ayant été surtout utilisées pour la pratique des sondages sous-marins, nous allons tout d'abord rappeler les essais antérieurs de sondage par le son.

Les essais antérieurs de sondage sous-marin par le son.

Les ondes élastiques qui transportent les sons fournissent un excellent moyen de signalisation à travers les liquides et notamment à travers l'eau. Alors que les ondes hertziennes ne peuvent se propager à travers ces milieux, on trouve au contraire que les ondes élastiques s'y propagent très bien, beaucoup mieux même que dans l'air. Ainsi, des ondes d'une fréquence donnée s'affaiblissent environ 1 500 fois moins vite en se propageant à travers l'eau qu'elles ne le font à travers l'air. Aussi y a-t-il longtemps qu'on a songé à utiliser les méthodes acoustiques pour déterminer la profondeur des mers, en mesurant l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'émission d'un son au voisinage de la surface et le retour de ce son, par écho, après réflexion sur le fond sous-marin. Sachant que le son parcourt 1 500 mètres par seconde, il suffira de multiplier par 1 500 le temps ainsi mesuré pour avoir le double de la profondeur cherchée.

Dans un dispositif imaginé par Fessenden, une source émettait un son de 1 000 périodes par seconde sous une puissance de 3 kilowatts ; un microphone permettait de déceler les ondes de retour. La marine américaine a pu, à l'aide de cet appareil, mesurer des profondeurs atteignant jusqu'à 8 000 mètres. Ces mesures sont très rapides et peuvent se faire d'un bateau en marche.

Mais, à cause de l'absorption des ondes sonores par l'eau et surtout de l'épanouissement du faisceau émis qui disperse l'énergie dans toutes les directions, on est

Digitized by Google

obligé, pour avoir au retour une intensité décelable, de mettre en jeu de grandes puissances d'émission.

La discussion théorique du problème fait sentir tout l'intérêt qu'il peut y avoir à ce point de vue d'accroître la fréquence des ondes sonores utilisées :

1° Lorsqu'une source sonore est en vibration, les ondes sonores qu'elle émet se répartissent dans toutes les directions. Pour une source sonore de forme plane et circulaire, par exemple, la théorie permet d'établir que l'émission se fait avec le maximum d'intensité dans la direction de la normale, et que les ondes s'épanouissent tout autour dans un faisceau d'autant plus étroit que la longueur d'onde est plus petite par rapport au diamètre de la source. Autrement dit, la propagation s'écarte d'autant moins d'une propagation en ligne droite que la longueur d'onde est plus courte ;

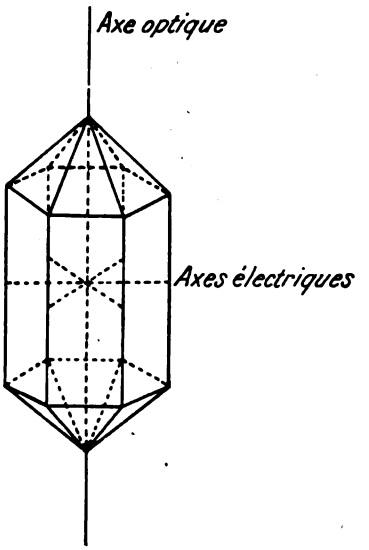


Fig. 1. — Cristal de quartz naturel.

2° De même, la sensibilité d'un appareil récepteur destiné à capter les ondes, maxima pour les ondes qui frappent normalement sa surface, diminue d'autant plus vite que les ondes sont plus courtes, à mesure que la direction d'arrivée s'écarte de la normale. Donc la direction exacte d'où vient le son, celle qui agit plus fortement sur le récepteur, est d'autant plus facile à repérer que les ondes sont plus courtes.

Les deux conditions précédentes indiquent qu'il y a intérêt à réduire la longueur des ondes utilisées. Cependant comme l'absorption que les ondes subissent en se propageant croît quand leur longueur diminue, on ne peut descendre pour cette longueur d'onde au-dessous d'une certaine limite. La longueur d'onde optima semble comprise entre 3 et 4 centimètres, ce qui correspond à des fréquences variant entre 50 000 et 37 500 vibrations par seconde. Ces fréquences étant très différentes de celles que mettent en jeu les bruits de l'hélice et des divers organes du navire, les vagues, etc., il en résulte que tous ces bruits parasites n'auront aucune influence sur un récepteur accordé sur les ondes ultra-sonores précédentes.

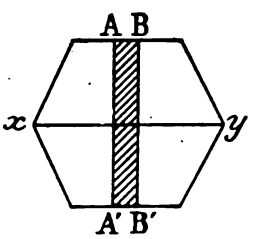


Fig. 2. — Quartz piézo-électrique, section AA' BB' découpée dans le cristal et argentée sur ses deux faces.

Mais si les avantages que peut présenter l'emploi d'ultra-sons pour le sondage en mer étaient assez faciles à prévoir théoriquement, la réalisation des moyens propres à produire et à déceler commodément ces ultra-sons a présenté de sérieuses difficultés. C'est ce que montre l'historique de la question.

Il semble bien que ce soit le physicien anglais Richardson qui ait le premier tenté cette application. A la suite de la catastrophe du *Titanic*, il avait pensé qu'on pouvait les employer pour déceler les icebergs. Il essaya de les produire à l'aide d'une sorte de tuyau d'orgue aquatique placé suivant l'axe d'un miroir parabolique. Mais ses essais ne donnèrent aucun résultat positif. Pendant la guerre, l'Amirauté britannique reprit le problème et sir Charles Parsons fit un certain nombre de recherches, également infructueuses.

M. Chilowsky, en France, ayant remarqué que les fréquences des ondes ultra-sonores les plus intéressantes étaient du même ordre de grandeur que celles des ondes hertziennes employées en télégraphie sans fil, fut amené à penser que le problème technique pouvait se ramener à la transformation de l'énergie électrique mise en jeu dans les oscillateurs hertziens en énergie mécanique sous forme de vibrations élastiques ultra-sonores. C'était là le principe de la solution.

M. Chilowsky proposait d'utiliser comme appareil d'émission une sorte de téléphone de dimensions suffisantes, et comme récepteur un appareil analogue dont les vibrations mécaniques seraient transformées par l'intermédiaire d'un microphone en oscillations électriques, facile à déceler et à mesurer par les détecteurs usuels de la radiotélégraphie.

Il fit part de ses idées à M. Painlevé, alors ministre des Inventions, qui le mit en rapport avec M. Langevin. Ce dernier se rendit compte aussitôt qu'étant données les fréquences élevées qu'on désirait produire, il était préférable d'avoir recours à un phénomène électrostatique plutôt qu'à un phénomène électromagnétique, et de prendre comme appareil d'émission et de réception un condensateur dont une des armatures serait en contact avec l'eau, accordé sur la fréquence des ondes ultra-sonores à produire et fonctionnant comme un condensateur chantant.

Malgré les hautes tensions électriques nécessaires, très difficiles à maintenir en milieu humide, c'est

Digitized by Google

par ce procédé que les premiers résultats ont été obtenus. Mais l'étape principale fut franchie quand M. Langevin eut l'idée d'utiliser les propriétés piézo-électriques du quartz, découvertes par Pierre et Jacques Curie.

La piézo-électricité.

Le quartz, ou silice cristallisée, se présente sous la forme de prismes hexagonaux présentant ce que les cristallographes appellent un axe ternaire, dit axe optique, et trois axes binaires perpendiculaires au premier et appelés axes électriques (fig. 1). Si l'on taille une lame de quartz AB A'B' dont l'épaisseur soit parallèle à l'un des axes électriques x y et si l'on vient à la soumettre à une compression ou à une tension parallèlement à son épaisseur, c'est-à-dire dans le sens x y, les deux faces perpendiculaires à cette direction se chargent d'électricité de signe contraire comme les deux lames d'un condensateur (fig. 2). Si on argente ces deux faces et qu'on les relie à un électromètre, celui-ci traduit instantanément la compression ou la tension du quartz, et la charge électrique produite, par la déviation de son équipage mobile.

La piézo-électricité est un phénomène réversible : l'établissement d'une différence de potentiel entre les deux faces argentées de la lame entraîne une variation d'épaisseur de celle-ci. En reliant ces faces argentées aux deux pôles d'un générateur de courant alternatif, on leur communiquera des charges électriques de signes opposés dont le sens variera à chaque demi-période, qui produiront des accroissements et des diminutions rythmés de l'épaisseur. Il en résultera une vibration élastique du quartz, dont la fréquence sera égale à celle du courant. Si cette fréquence est de quelques centaines de périodes par seconde, les vibrations du quartz engendreront un son perceptible et l'appareil constituera ce qu'on peut appeler un « quartz chantant ». Si elle est beaucoup plus grande, 40 000 périodes à la seconde, par exemple, les vibrations qui se produiront ne seront plus perceptibles à l'oreille et l'appareil réalisera un générateur d'ondes ultra-sonores.

En résumé, un quartz piézo-électrique actionné par un courant alternatif de haute fréquence engendrera des vibrations qui donneront naissance à des ondes ultra-sonores se propageant dans le milieu environnant. Recevant au contraire de telles vibrations, celles-ci produiront sur lui des compressions et des dilatations qui se traduiront par un courant alternatif. Aussi le quartz piézo-électrique peut-il constituer à la fois un récepteur et un générateur d'ondes ultra-sonores.

Ces principes étant posés, voyons ce qu'a donné leur mise en œuvre. Elle n'a pas été sans quelques difficultés. Comme récepteur, le quartz piézo-électrique s'est montré, dès le début, très supérieur au microphone. Mais il a été plus difficile de réaliser l'émission sous une intensité suffisante pour que les ondes puissent être encore perceptibles après avoir traversé une épaisseur d'eau assez considérable et s'être réfléchies sur un obstacle. Sans doute, pourrait-on théoriquement accroître à volonté l'amplitude de vibration du quartz et l'intensité des ondes en mettant en jeu des tensions suffisamment élevées, par exemple 150 000 volts, mais de telles tensions seraient pratiquement impossibles à produire à bord d'un navire et surtout à utiliser sous l'eau.

M. Langevin est parvenu à réduire la valeur de la tension nécessaire en utilisant un phénomène de résonance. Pour cela, il a choisi tout d'abord l'épaisseur du quartz de manière que la fréquence propre de la vibration de la lame soit exactement celle des ondes ultra-sonores que l'on désire produire. Il y a alors concordance entre l'excitation électrique et le mouvement oscillatoire propre de la lame, ce qui, comme cela s'observe pour tout phénomène de résonance, accroît notablement l'amplitude des vibrations. Un autre progrès a été réalisé en plaçant la lame de quartz entre deux lames d'acier d'épaisseur telle qu'elles entrent elles-mêmes en résonance pour la fréquence des ondes ultra-sonores. Une tension de 10 000 volts, facile à obtenir, suffit alors à déterminer un mouvement vibratoire du quartz d'amplitude convenable.

Les amplitudes qui interviennent dans ces phénomènes sont d'ailleurs extrêmement faibles. Au moyen du quartz piézo-électrique monté suivant le mode précédent, on peut déceler nettement des ondes dont l'amplitude ne dépasse pas un dix-milliardième de millimètre $\left(\frac{1}{10\,000\,000\,000}\text{ de millimètre}\right)$. Le même quartz peut émettre des ondes d'une amplitude de quelque dix-millièmes de millimètre. La première de ces limites est extrêmement faible. Elle est très petite même si on la compare aux dimensions des plus petites quantités de matière concevable, les molécules et les atomes, dont les dimensions sont de l'ordre du dix-millionième de millimètre. C'est là un résultat extrêmement curieux et il est véritablement surprenant de songer que nous parvenons à déceler des vibrations d'une masse d'eau dont l'amplitude ne dépasse pas le millième des dimensions moléculaires ! Rien n'est mieux capable de faire ressortir toute la prodigieuse sensibilité des dispositifs qu'on peut réaliser à partir du quartz piézo-électrique.

Digitized by Google

Réalisation d'un projecteur ultra-sonore.

Les cristaux de quartz n'étant généralement pas assez épais pour qu'on puisse y découper des plaques de dimensions suffisantes, on constitue la lame de quartz piézo-électrique par une mosaïque de morceaux de quartz collés entre deux blocs d'acier avec de l'arcanson (fig. 3). Les surfaces des deux blocs d'acier et de la lame de quartz ont été soigneusement travaillées de manière à être rigoureusement planes.

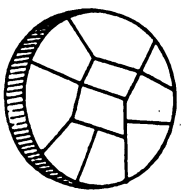


Fig 3. — Lame de quartz piézo-électrique constituée d'une mosaïque de morceaux de quartz collés.

Le condensateur à quartz, désigné le plus souvent sous le nom de projecteur, est représenté schématiquement sur la figure 4. La mosaïque de quartz est en 7 entre les deux blocs d'acier 8 et 9. L'ensemble est disposé verticalement ou horizontalement suivant qu'il s'agit d'émettre dans une direction horizontale pour une détection d'obstacles, ou dans une direction verticale pour un sondage. L'appareil est installé de manière à pouvoir tourner par rapport au bateau sur lequel il est fixé, d'où son nom de « péritère » (περι, autour, et τρεπω, j'explore) proposé par M. Meillet, professeur au Collège de France. Le tout est serré dans une boîte en fonte 6 suspendue par un tube d'acier 10. L'armature extérieure 8 est directement en contact avec la mer, l'armature intérieure 9 étant reliée par un fil aux appareils d'émission et de réception.

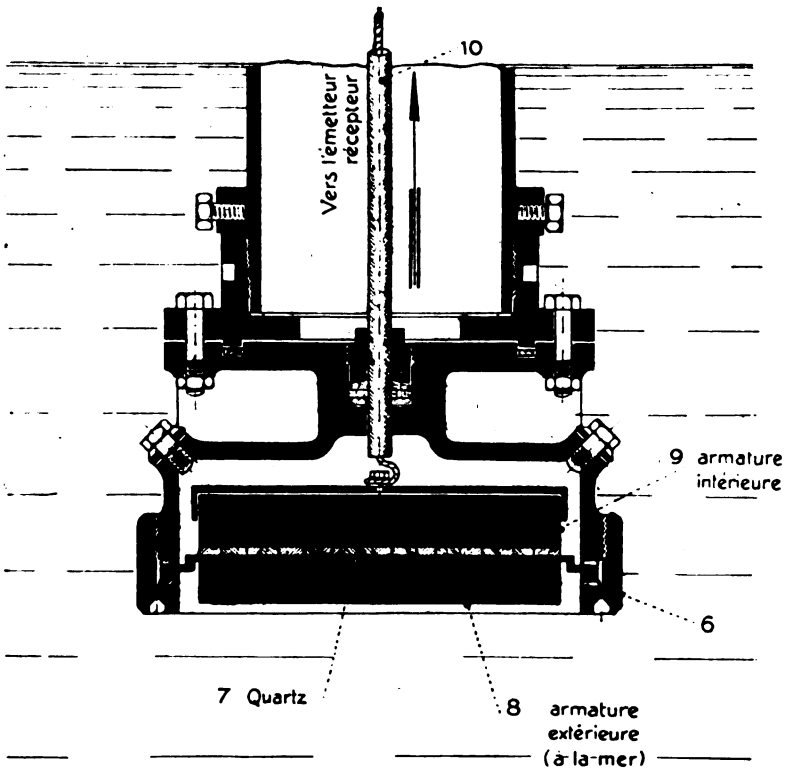


Fig. 4. — Schéma du projecteur à ultra-sons Langevin-Florisson (dispositif pour le sondage).

Le péritère est disposé dans une cavité de la coque communiquant librement avec la mer ; un sas fermé par une vanne permet d'atteindre le projecteur pour les visites et les réparations.

Les vibrations électro-magnétiques qui doivent être transformées en ondes ultra-sonores ont des fréquences de même ordre que celles utilisées en télégraphie sans fil, et les mêmes procédés de production, de réception, d'amplification et de détection leur sont applicables. Lorsqu'il suffit d'une faible puissance d'émission, comme c'est le cas pour un sondage à faible profondeur, on utilisera les ondes amorties fournies par un poste dit « à étincelle » (ou « par choc »), qu'alimente une simple bobine d'induction.

Lorsqu'on a besoin d'une plus grande puissance, pour un sondage à grande profondeur, ou pour la détection d'obstacles très éloignés situés dans une direction horizontale, on utilise les ondes entretenues produites par un poste d'émission à lampes.

Le même appareil servant à l'émission et à la détection des ondes ultra-sonores, il faut qu'au moment du retour, après écho des premières ondes émises, l'appareil soit revenu au repos, c'est-à-dire que l'émission soit déjà terminée. Dans le cas d'un sondage à faible profondeur, $7^{m},50$ par exemple, le temps nécessaire aux ondes pour parcourir à la vitesse de 1 500 mètres par seconde les 15 mètres du trajet aller et retour étant 1/100e de seconde, on voit que la durée d'émission ne doit pas dépasser quelques millièmes de seconde.

Réalisation pratique du sondage en mer.

Le principe des appareils étant maintenant bien compris, voyons comment on peut les utiliser pour pratiquer le sondage en mer.

Le projecteur est disposé de manière à émettre les ondes ultra-sonores vers le bas (fig. 5). Un signal

Digitized by Google

très court étant émis, on mesure l'intervalle de temps qui s'écoule entre le départ et le retour. Les ondes se propageant à raison de 1 500 mètres par seconde, le produit de la moitié de ce temps par 1 500 fait connaître la profondeur. Nous avons déjà signalé que l'émission doit être très brève et ne pas dépasser $1/200^{e}$ de seconde pour qu'on puisse, par très petits fonds, distinguer l'écho du signal.

Un oscillographe, qui comme chacun sait est une sorte de galvanomètre très sensible permettant d'étudier les courants alternatifs, est disposé de manière que le miroir de son équipage mobile renvoie un rayon lumineux qui dessine sur un cylindre une ligne continue le long de laquelle chaque signal d'émission et chaque écho se traduisent par une dent. La distance de la dent produite par l'émission d'un signal à celle que détermine l'écho du même signal est proportionnelle à la profondeur d'eau mesurée. Si le rayon renvoyé par l'oscillographe tombe sur une échelle convenablement graduée, la profondeur peut se lire directement entre les deux dents ainsi formées.

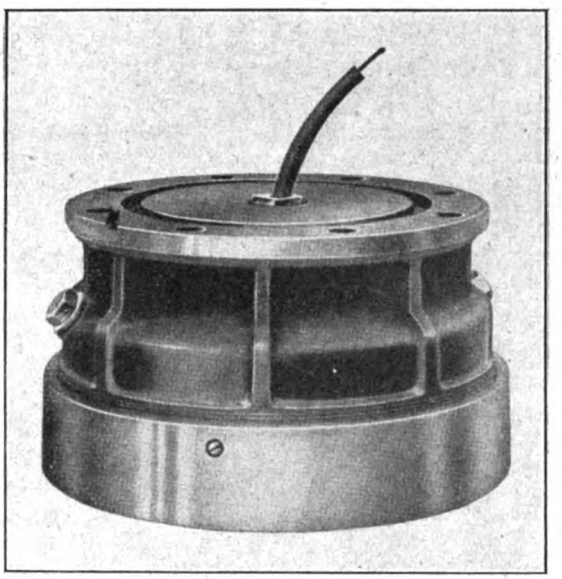


Fig. 5. — Vue d'ensemble du projecteur à ultra-sons (Langevin-Florisson).

M. Marti, ingénieur hydrographe de la Marine, a imaginé une variante du dispositif précédent, dans lequel la plaque translucide qui porte l'échelle est remplacée par une bande de papier enfumé sur lequel la plume de l'oscillographe trace une dent pour chaque émission et une dent pour chaque écho.

On pourra se rendre compte des résultats que donnent ces appareils en examinant la figure 6 qui reproduit en grandeur naturelle un enregistrement fait au large de Naples à la vitesse de 22 nœuds, à bord du paquebot *France*. Le projecteur était à 9 mètres au-dessous de la surface de l'eau. La profondeur doit se lire *au début* de l'impulsion donnée à la plume de l'oscillographe par l'écho. L'appareil permet des inscriptions à partir de quelques mètres sous la surface du projecteur et jusqu'à 200 mètres de fond. Il est utilisé d'une façon courante sur les paquebots *France* et *Ile-de-France*. Un autre du même genre doit être installé prochainement à bord du paquebot *Paris*.

Application à la signalisation et à la détection horizontale.

On conçoit que le péritère puisse servir à déceler la présence d'un obstacle, iceberg, épave flottante, mine ou sous-marin ennemi en temps de guerre. Comme pour le sondage, il suffira de mesurer le temps s'écoulant entre l'émission d'un signal ultra-sonore et le retour de l'écho. On conçoit aussi qu'on puisse l'utiliser pour mettre en communication un bâtiment soit avec d'autres bâtiments, soit avec un poste d'émission fixe, et qu'il permette l'échange de communications télégraphiques et même téléphoniques sous-marines.

Une autre application très curieuse, et pour laquelle les essais effectués ont donné des résultats intéressants, est relative à la direction des navires par temps de brume. Elle a été suggérée par M. Girette, ingénieur des Ponts et Chaussées du port de Calais. Les paquebots qui viennent de Douvres ont souvent des retards de plusieurs heures lors des temps de brume, du fait de l'impossibilité où ils sont de trouver l'entrée du port ; il en résulte de grandes perturbations dans les services des trains en correspondance avec ces paquebots. Une solution, simple en apparence, pour remédier à cet inconvénient, consisterait à utiliser des câbles directeurs permettant de guider les navires jusqu'à l'entrée du port. Mais cette solution ne pourrait s'appliquer ici à cause de l'importance des courants de marée. L'utilisation des ondes ultra-sonores ne présente au contraire aucune difficulté. L'appareil, écrit M. Langevin, est un projecteur à axe horizontal, dit projecteur de détection, représenté sur la figure 7. Il est immergé à l'extrémité d'un tube fixe mis en place au bout de la jetée. Ce projecteur émet des signaux ultra-sonores dans un secteur assez large en raison de la diffusion due au voisinage immédiat du fond. La distance à laquelle se propagent ces ondes ne dépasse pas le banc des Ridens qui se trouve à 4 kilomètres de Calais. Le bateau est donc prévenu dès qu'il est à cette distance du port. Bien que l'ouverture du cône que forme le faisceau d'ondes soit très grande, l'intensité, à la dis-

Digitized by Google

tance envisagée, est très largement suffisante.

Le bâtiment qui arrive est muni d'un péritère qui reçoit le signal et donne, par le maximum de réception, la direction du phare et l'orientation à prendre. Ce péritère peut être orienté dans tous les sens autour d'un axe vertical. Pour qu'il soit possible de repérer non seulement la direction, mais encore la distance, on a disposé au-dessus de la cabine de la jetée contenant le projecteur ultra-sonore une antenne de télégraphie sans fil émettant des signaux en synchronisme avec ceux émis en ultra-sons. Sur le bateau se trouve une antenne réceptrice accordée sur la même longueur d'onde. On mesure avec un chronographe, à bord du bateau, le temps s'écoulant entre la réception d'un signal transmis par onde hertzienne et la réception du même signal transmis par ultra-sons. Les essais effectués à bord du *Champion* ont montré qu'on peut déterminer la direction du phare émetteur, avec une précision de 1 degré et la distance avec une précision de plus ou moins 20 mètres.

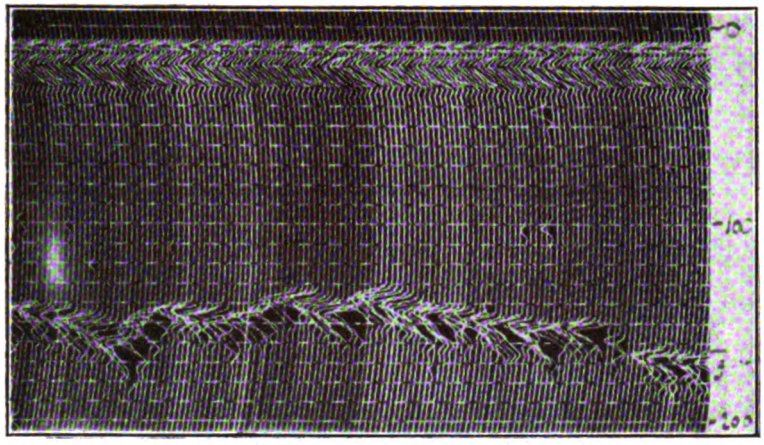


Fig. 6. — Courbe d'enregistrement.

Propriétés mécaniques, calorifiques et biologiques des ondes ultra-sonores.

Les ondes ultra-sonores jouissent de bien curieuses propriétés mécaniques, calorifiques et biologiques. Ces propriétés ont été signalées par M. Langevin et étudiées ensuite par un savant américain M. R.-W. Wood, qui en a fait un exposé au Congrès international des Physiciens.

Les ondes ultra-sonores étaient produites par un quartz piézo-électrique d'un centimètre d'épaisseur vibrant à la fréquence de 300 000 périodes par seconde sous l'influence d'une tension de 60 000 volts, la puissance consommée étant 2 kilowatts. Si on immerge l'appareil dans l'huile, il produit une sorte de « pression de radiation » suffisante pour soulever la surface du liquide en une bosse haute de 10 centimètres, du sommet de laquelle des gouttelettes sont projetées à 30 centimètres de hauteur. Des liquides plus légers, comme le benzol, sont dispersés immédiatement en un brouillard très fin. Dans le cas de deux liquides non miscibles, comme l'huile et l'eau, ou le mercure et l'eau, les forces agissant à la surface de contact produisent des émulsions colloïdales. En concentrant l'énergie de vibration par une méthode appropriée, on peut faire éclater des tubes et des baguettes de verre.

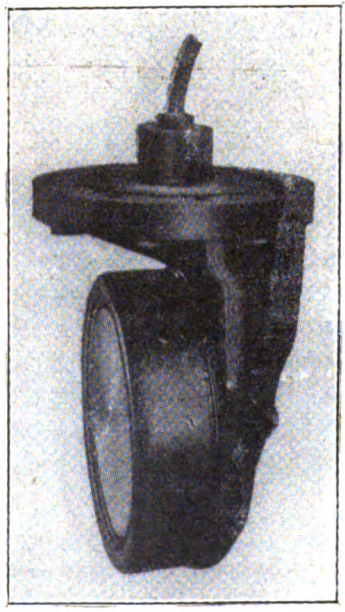


Fig. 7. — Projecteur de direction (port de Calais) à ultra-sons.

Les effets calorifiques sont remarquables. Si l'on transmet des ultra-sons à travers un fil de fer de 2 mètres de long et de $0^{mm},2$ de diamètre, l'autre extrémité peut brûler sérieusement le doigt qui la tient et peut carboniser le bois. Elle peut même perforer une lame de verre. Les solides et les liquides sont rapidement échauffés et un bloc de glace, soumis à l'action des ultra-sons pendant 30 secondes dans un bain d'eau glacée, se désagrège en menus morceaux sous la pression de la main, car il a subi une fusion intérieure simultanée dans toute sa masse.

Les effets biologiques ne sont pas moins curieux. Des grenouilles et des poissons mis dans une cuve où l'on produit des ondes ultra-sonores sont tués. Les organismes microscopiques et les globules rouges du sang sont désagrégés. Les vibrations intra-cellulaires produites par les ondes ultra-sonores sous la fréquence indiquée déterminent des accroissements de pression interne de l'ordre de 5 atmosphères. On est en droit d'espérer que ces actions pourront conduire à des applications physiologiques intéressantes. Le champ des possibilités qu'elles nous offrent est encore bien loin d'être épuisé.

Digitized by Google

L'Établissement du Métropolitain de Paris

PAR

M. BIETTE

Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées.

I. — La genèse du projet.

Il est peu d'œuvres dont la mise au point ait été plus laborieuse que celle du chemin de fer métropolitain de Paris : c'est en 1855 que l'idée prit corps pour la première fois ; c'est seulement en 1898 qu'elle put être réalisée. Cette longue période d'attente s'explique si l'on songe à la complexité du problème, à la variété et aussi à la divergence des intérêts en cause, aux multiples difficultés de toute nature qu'il a fallu surmonter. Les auteurs du projet de 1855, MM. Brame et Flachat, voulaient simplement relier le centre de Paris à la périphérie et assurer l'approvisionnement des Halles par voie ferrée. Ce n'était là qu'une solution fragmentaire du problème et seize ans devaient s'écouler avant qu'une conception rationnelle se précisât. En 1871 seulement, une délibération du Conseil général de la Seine (10 novembre 1871) posa les bases d'un véritable réseau de chemin de fer à l'intérieur de Paris en le définissant par les conditions suivantes : mettre les différentes parties du département en relation avec une ligne de ceinture à établir sur le territoire de Paris en dehors du chemin de fer de ceinture actuel ; relier ce nouveau circuit circulaire au centre de la ville ; doter de communications rapides la ligne des quais en prolongeant le tracé en amont et en aval du fleuve ; desservir la ligne des boulevards extérieurs : relier les différentes gares des grands réseaux, soit entre elles, soit à la nouvelle ligne de ceinture, soit au centre de Paris.

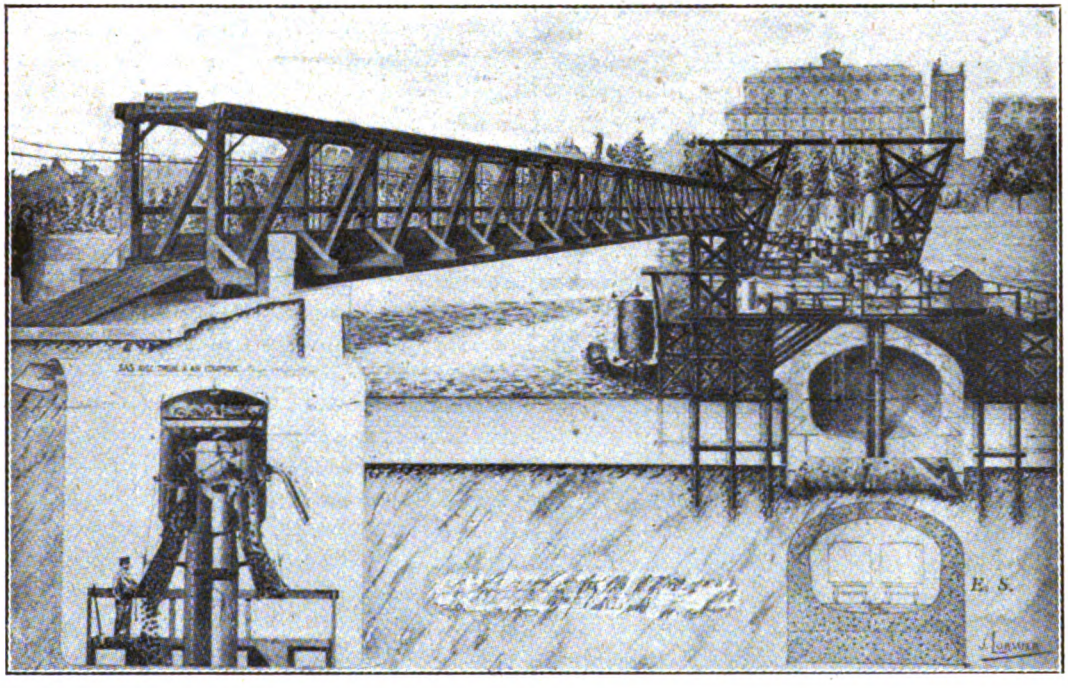


Fig. 1. — Maquette pour l'exécution du tunnel sous la Seine, Ligne 1 (vue vers le Châtelet). Entreprise R. Chagnaud.

L'application de ce vaste programme fut confiée à une commission technique composée de quatorze ingénieurs particulièrement compétents. Les études de la commission aboutirent à proposer la création dans Paris d'un chemin de fer d'intérêt local auquel on attribua le nom de Métropolitain par traduction littérale du mot anglais employé pour désigner une

Digitized by Google

voie ferrée établie à Londres dans des conditions analogues (1). Le Conseil général adopta cette proposition (11 mai 1872) et autorisa le préfet de la Seine à concéder l'exécution du chemin de fer métropolitain dans les conditions de la loi du 12 juillet 1865 qui régissait alors les chemins de fer d'intérêt local.

Les travaux de la commission de 1872 restèrent sans suite ; les conditions défavorables de l'époque ne permirent pas à la concession de prendre corps. Toutefois, cet échec ne rebuta pas le Conseil général qui décidait, trois ans plus tard (22 novembre 1875), de poursuivre les études des chemins de fer d'intérêt local de la Seine dans lesquels se trouvait englobé le réseau urbain. De 1875 à 1877, les ingénieurs de la ville de Paris travaillèrent à déterminer les données fondamentales de ce réseau urbain : les conclusions auxquelles ils aboutirent furent assez précises pour qu'on les ait toujours prises comme bases dans la suite, toutes les fois qu'il s'est agi d'imprimer avant tout au Métropolitain le caractère d'un chemin de fer d'intérêt local urbain parisien.

II. — *Recherche du trafic probable des lignes urbaines.*

Lorsqu'on projette d'établir une ligne urbaine ou un groupe de lignes urbaines, il est intéressant de rechercher si le trafic probable de cette ligne ou de ce groupe de lignes couvrira la charge des capitaux à investir dans la construction. L'appréciation du trafic probable est assez délicate. Au début du Métropolitain, on n'avait pu procéder à cette appréciation que par comparaison avec les résultats donnés par l'exploitation des entreprises de transport en commun à la surface ; mais après la mise en service de quelques-unes des lignes souterraines, il devint possible de serrer de plus près la question et de prendre pour terme de comparaison le trafic de ces lignes elles-mêmes. La méthode appliquée par le service du Métropolitain, et qui est basée sur la considération des *zones d'influence*, a fourni des chiffres assez précis pour qu'elle puisse être considérée comme vraiment pratique et susceptible de donner une approximation suffisante du trafic à prévoir. Il paraît donc intéressant de l'exposer ici en quelques mots.

***

A Paris, on admet que l'attraction d'une ligne urbaine s'exerce normalement sur la population contenue à l'intérieur d'une zone délimitée par deux lignes tracées à 400 mètres de part et d'autre de l'axe de la voie ferrée, et parallèlement à cet axe. Pour les lignes qui se terminent à la périphérie, on ne tient pas compte, dans le tracé de la zone, du mouvement probable de la population de la banlieue (ce qui conduit à une évaluation par défaut) : la zone est arrêtée au périmètre de l'ancienne enceinte fortifiée.

L'évaluation de la population contenue dans la zone est faite d'après les chiffres de population des quartiers que la ligne traverse successivement, chiffres qui sont donnés par les recensements quinquennaux. La population de la fraction de zone découpée dans un quartier est prise égale à la population de ce quartier multipliée par le rapport entre la surface de cette fraction de zone et la superficie totale du quartier, abstraction faite des espaces non bâtis. Le chiffre de la population desservie par la ligne sur tout son parcours est la somme des chiffres déterminés, comme il vient d'être dit, pour les fractions de zone découpées dans les quartiers successivement traversés par la ligne.

Une complication se présente aux points où les zones se superposent en tout ou partie, par suite du croisement ou du voisinage immédiat des lignes auxquelles elles correspondent. On peut avoir à envisager deux cas : ou bien la somme des chiffres déterminés comme ci-dessus pour la fraction de zone correspondant à chacune des lignes considérées isolément est inférieure à la population totale du quartier, ou bien elle lui est supérieure. Dans le premier cas, on retient purement et simplement le chiffre qui s'applique à chacune des lignes. Dans le second cas, on réduit ces chiffres dans la proportion déterminée par le rapport de la population totale du quartier à leur somme totale, ce qui revient finalement à répartir la population totale du quartier entre les diverses fractions de zone superposées, dans le rapport de la surface de chacune de ces zones à la somme totale de ces surfaces. Ce sont alors ces chiffres réduits qui entrent dans le calcul de la somme formant la population desservie par la ligne tout entière.

On applique d'abord la méthode aux lignes en exploitation, sans tenir compte des lignes nouvelles à ouvrir, et l'on compare les chiffres obtenus au trafic réel, les billets d'aller et retour étant comptés pour deux voyageurs. Le quotient obtenu en divisant le nombre des voyageurs effectivement transportés par le chiffre de la population desservie — qui représente, en somme, le nombre moyen de voyages effectués dans l'année par chaque élément de la population — établit un coefficient caractéristique de la ligne.

On reprend ensuite les calculs, mais pour l'ensemble

(1) Il s'agit ici du « Metropolitan and District Railway » et non pas de l'ensemble des « tubes », qui n'existaient pas à cette époque.

Digitized by Google

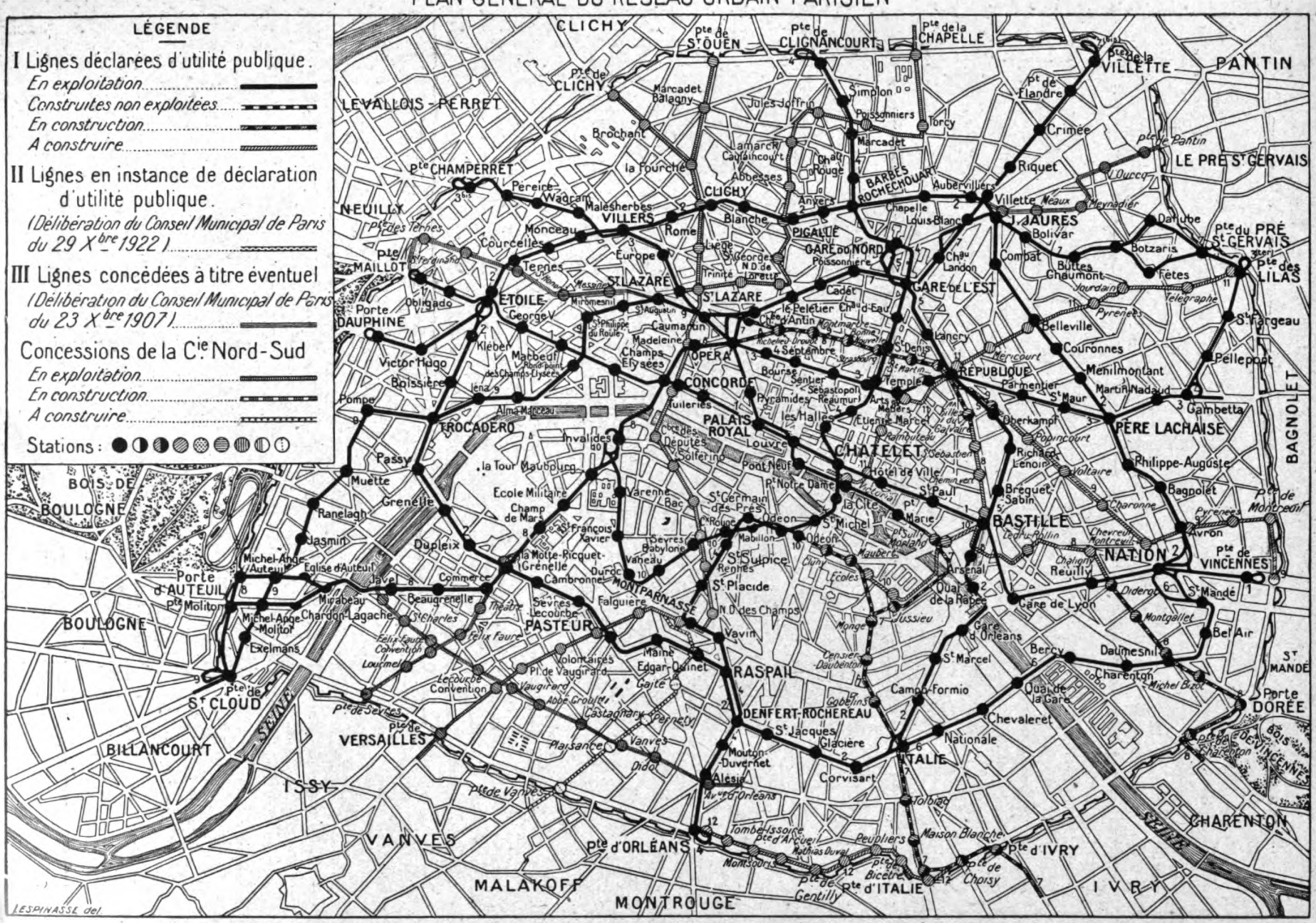


Fig. 2. — Plan général d'ensemble du réseau des chemins de fer souterrains (Métropolitain et Nord-Sud) de la Ville de Paris.

Digitized by Google

du groupe, y compris les lignes nouvelles, et l'on détermine les chiffres de la population desservie par ce réseau. Les lignes nouvelles sont assimilées à l'une ou l'autre des lignes en exploitation, par comparaison des tracés, de la position des stations, de l'importance des quartiers traversés, des courants de circulation dans le voisinage ; pour avoir le trafic probable, on multiplie le chiffre de la population desservie par le coefficient afférent à la ligne exploitée prise pour terme de comparaison.

Cette assimilation des lignes nouvelles aux lignes exploitées, au point de vue des résultats d'exploitation, a conduit à établir plusieurs coefficients pour la ligne n° 1 qui aboutit, à chacune de ses extrémités (suivre ces diverses lignes sur le plan général fig. 1), à deux points de la banlieue fortement peuplés. Le mouvement de la population suburbaine ayant une influence marquée sur le trafic de cette ligne, il était intéressant de pouvoir, au besoin, éliminer partiellement ou totalement cette influence, en vue de la comparaison avec une ligne projetée dont on attend un grand rendement, mais qui ne se termine pas à la périphérie, ou qui y aboutit dans des conditions différentes au point de vue des relations avec la banlieue. On a calculé ainsi, pour la ligne n° 1, trois coefficients, le premier s'appliquant au mouvement total de la ligne, le second à ce mouvement, abstraction faite du trafic de la station « Porte de Vincennes » le troisième au même mouvement, déduction faite du trafic des stations « Porte de Vincennes » et « Porte Maillot ».

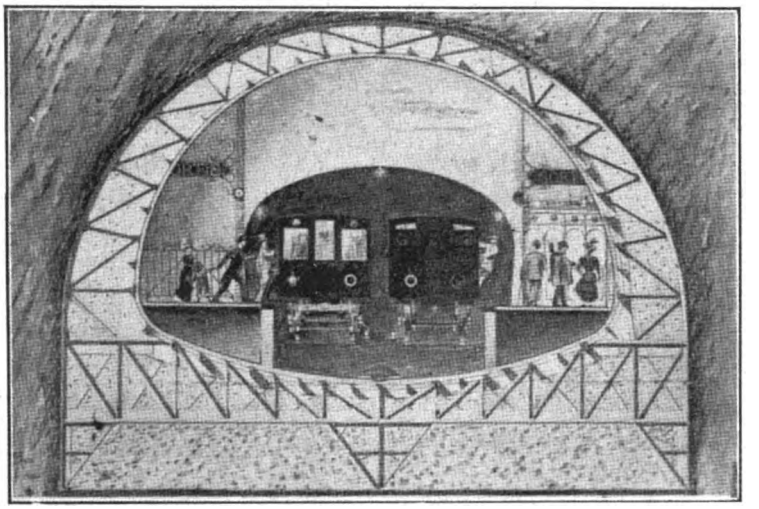


Fig. 3. — Coupe transversale d'un souterrain de la ligne 1 sous la Seine, dans son tube d'acier (maquette de l'entreprise Chagnaud).

***

Pour mieux faire comprendre la méthode, on l'appliquera à un exemple. On supposera qu'au début de 1907 on ait voulu se rendre compte, d'après les résultats d'exploitation des lignes ouvertes à cette époque, du trafic probable du réseau métropolitain dans les conditions où il s'est présenté à la fin de 1912.

Les lignes métropolitaines en exploitation au début de 1907 étaient les lignes n° 1 « Porte de Vincennes-Porte Maillot », n° 2 nord « Porte Dauphine-Place de la Nation », n° 2 sud (partie) de la place de l'Étoile à la place d'Italie, et n° 3 « Avenue de Villiers-Place Gambetta ».

D'autre part, à la fin de 1912, les lignes ouvertes au trafic étaient : pour le Métropolitain, outre celles qui viennent d'être indiquées, les lignes n° 4 « Porte de Clignancourt-Porte d'Orléans », n° 2 sud, 5 « Place d'Italie-Gare du Nord », n° 6 « Place de la Nation-Place d'Italie », n° 7 (partie) de l'Opéra à la place du Danube, n° 3 *bis* « avenue de Villers-Porte de Champerret », n° 7 *bis* (embranchement de la rue Louis-Blanc à la porte de la Villette) ; pour le chemin de fer Nord-Sud, les lignes de la porte de Versailles à la place Jules-Joffrin, de la gare Saint-Lazare à la porte de Saint-Ouen, et l'embranchement de la Fourche à la porte de Clichy.

Sur un plan de Paris comportant la division par quartiers, on a reporté le tracé des diverses lignes qui viennent d'être énumérées ci-dessus puis, pour chacune de ces lignes, on a délimité la zone d'influence, comme il a été dit.

Les zones étant ainsi tracées, on détermine pour chacune des lignes n° 1, 2 nord, 2 sud et 3 (en exploitation en 1907) les surfaces de zone par quartier, puis la population desservie correspondante, en tenant compte, aux points de superposition des zones, de la règle indiquée ci-dessus.

Les résultats sont reportés dans un tableau où, en face du nom de chaque quartier, on inscrit la superficie totale de ce quartier, les surfaces de zone pour chacune des quatre lignes considérées, la population par quartier, et la population desservie par les dites lignes. Sous le n° 1 ci-après, on a reproduit un fragment de ce tableau.

Digitized by Google

TABLEAU N° 1 (fragment)

Surfaces d'influence et populations desservies par les lignes n°s 1, 2 nord, 2 sud et 3.

N° des QUARTIERS	DÉSIGNATION des QUARTIERS	SURFACE des QUARTIERS	SURFACES D'INFLUENCE — LIGNE n° 1	SURFACES D'INFLUENCE — LIGNE n° 2 nord.	SURFACES D'INFLUENCE — LIGNE n° 2 sud (Etoile Nord)	SURFACES D'INFLUENCE — LIGNE n° 3	POPULATIONS par QUARTIER (1)	POPULATIONS DESSERVIES — LIGNE n° 1	POPULATIONS DESSERVIES — LIGNE n° 2 nord	POPULATIONS DESSERVIES — LIGNE n° 2 sud (Etoile-Italie)	POPULATIONS DESSERVIES — LIGNE n° 3.
		Hectares	Hect.	Hectares	Hect.	Hect.	Habitants	Habit.	Habit	Habit.	Habit.
1	St-Germain-l'Auxerrois	93,55	78,68	»	»	»	6.904	5.807	»	»	»
2	Les Halles	41,00	30,80	»	»	5,40	28.635	21.511	»	»	3.771
								10.481			**2.479**
3	Palais-Royal	28,45	24,30	»	»	5,75	12.960	11.070	»	»	2.619
								9.730			**2.677**
4	Place Vendôme	27,00	24,35	»	»	6,70	12.407	11.189	»	»	3.079
11	Archives	36,00	10,50	»	»	»	21.243	6.196	»	»	»
12	Sainte-Avoie	21,50	»	»	»	12,75	21.123	»	»	»	12.526
25	St-Thomas-d'Aquin	78,00	»	»	»	»	26.757	»	»	»	»
26	Invalides	107,00	4,50	»	»	»	14.138	594	»	»	»
									17.310		**20.219**
32	Europe	114,80	»	66,60	»	77,80	37.529	»	21.772	»	25.433
33	Saint-Georges	71,20	»	39,59	»	6,32	37.153	»	20.768	»	3.298
34	Chaussée-d'Antin	55,30	»	»	»	25,00	19.920	»	»	»	9.005
35	Faubourg Montmartre	42,05	»	»	»	4,10	22.648	»	»	»	2.208
36	Rochechouart	44,45	»	29,20	»	»	39.097	»	25.684	»	»
									19.397		**36.882**
41	Folie-Méricourt	70,15	»	27,40	»	52,10	56.279	»	21.982	»	41.798
42	Saint-Ambroise	81,75	»	22,60	»	36,60	48.295	»	13.351	»	21.622
63	Porte-Dauphine	144,45	6,75	60,00	13,00	»	27.411	1.281	11.386	2.467	»
								7.015	**10.243**	**18.609**	»
64	Trocadéro	148,20	42,60	62,20	113,00	»	35.867	10.310	15.053	27.348	»
65	Les Ternes	109,65	40,30	31,00	12,56	»	47.389	17.417	13.398	5.428	»
78	Saint-Fargeau	115,60	»	»	»	4,00	17.722	»	»	»	613
79	Père-Lachaise	162,20	»	60,30	»	97,23	53.281	»	9.808	»	31.972
80	Charonne	161,10	38,00	43,80	»	»	43.793	»	11.906	»	»
								301.704	**423.806**	**203.651**	**286.840**
	TOTAUX (2)	7.802,06	840,01	1.011,25	751,49	561,59	2.722.731	311.767	439.429	213.470	297.512

(1) D'après le recensement de 1906.
(2) Ces totaux sont ceux du tableau *intégral* et non ceux du *fragment* reproduit ici.

On remarquera que, pour certains quartiers, deux chiffres figurent dans les colonnes relatives à la population desservie, l'un en caractères ordinaires, l'autre en caractères gras. Le chiffre gras, qui est finalement retenu, résulte de la règle précédemment tracée pour le calcul de la population desservie aux points de croisement des lignes. Le 64e quartier (Trocadéro) par exemple, est traversé par les zones relatives aux lignes n° 1, 2 nord et 2 sud. En considérant ces zones isolément on trouve que les chiffres de population desservie sont : pour la ligne n° 1, 10 310 habitants, pour la ligne n° 2 nord, 15 053 et pour la ligne n° 2 sud, 27 348. Ces chiffres forment un total de 52 711 habitants supérieur à la population du quartier (35 867 habitants) ; on les réduit en conséquence dans la proportion déterminée par le rapport de la population du quartier à leur somme totale $\left(\frac{35\,867}{51\,711} = 0{,}6084\right)$ et l'on obtient ainsi les chiffres gras. Au contraire, pour le 63e quartier (porte Dauphine), la population desservie par les mêmes lignes, calculée d'après les zones considérées isolément, s'élève à 1 281 habitants pour la ligne n° 1, à 11 386 pour la ligne n° 2 nord et à 2 467 pour la ligne n° 2 sud. Le total qui est de 15 134 habitants, restant inférieur à la population du quartier (27 411 habitants), les chiffres ordinaires sont conservés tels quels.

Le tableau n° 1 conduit, au total, pour la population desservie par les lignes n° 1, 2 nord, 2 sud et 3, aux chiffres de :

301 704 habitants pour la ligne n° 1 ;
423 806 — — n° 2 nord ;
203 651 — — n° 2 sud (Etoile-Italie) ;
286 840 — — n° 3.

On compare ces chiffres au nombre des voyageurs réellement transportés en 1907 pour en déduire les coefficients caractéristiques (nombre moyen de voyages effectués dans l'année par chaque élément

Digitized by Google

de la population), et l'on obtient ainsi le tableau nº 2 ci-après :

Il reste maintenant, pour évaluer le trafic probable, à multiplier les chiffres de population du tableau

TABLEAU Nº 2 *(Coefficients caractéristiques.)*

DÉSIGNATION DES LIGNES	NOMBRE DE VOYAGEURS transportés en 1907	POPULATION DESSERVIE (Tableau nº 1)	COEFFICIENTS
Ligne nº 1	74.998.503	301.704	*a*) 248,583
Ligne nº 1, à l'exception de la station « Porte de Vincennes)	64.893.132	301.704	*b*) 215,089
Ligne nº 1, à l'exception des stations « Porte de Vincennes » et « Porte Maillot »	56.051.174	301.704	*c*) 185-782
Ligne nº 2 nord	69.548.012	423.806	*d*) 164,103
Ligne nº 2 sud	36.850.214	203.651	*e*) 180,948
Ligne nº 3	44.666.053	286.840	*f*) 155,718

Cela fait, on établit un tableau nº 1 *bis*, analogue au tableau nº 1, mais dans lequel on fait entrer toutes les lignes dont on veut évaluer le trafic. Il a paru inutile de donner ici un extrait de ce tableau : on se bornera à faire connaître les résultats auxquels il conduit.

TABLEAU Nº 1 *bis* (résumé)

(Population desservie par les lignes métropolitaines 1, 2 nord, 2 sud, 3, 4, 5, 6, 7 (Opéra-Danube), 3 bis, 7 bis, et par les lignes du chemin de fer Nord-Sud.)

DÉSIGNATION DES LIGNES	POPULATION DESSERVIE
Lignes métropolitaines	Habitants
Nº 1	248.494
Nº 2 nord	347.262
Nº 2 sud	197.518
Nº 3	196.145
Nº 4	294.074
Nº 5	151.331
Nº 6	87.863
Nº 7	163.194
Nº 3 *bis*	37.932
Nº 7 *bis*	41.113
TOTAL	1.764.926
Ligne du chemin de fer Nord-Sud	Habitants
« Porte de Versailles-Place Jules-Joffrin »	253.660
« Gare Saint-Lazare-Porte de Saint-Ouen »	86.112
« La Fourche-Porte de Clichy »	62.516
TOTAL	372.288

On remarquera que dans ce tableau, 1 *bis*, les chiffres de la population desservie par les lignes nº 1, 2 nord, 2 sud et 3 sont inférieurs à ceux du tableau nº 1. Cela tient à ce que dans l'établissement du tableau nº 1 *bis* on a dû tenir compte d'un plus grand nombre de recouvrements de zones, le nombre des lignes étant plus considérable.

nº 1 *bis* par l'un des coefficients, convenablement choisi, du tableau nº 2.

Pour les lignes nº 1, 2 nord, 2 sud et 3, on prend, bien entendu, leur coefficient dans ledit tableau nº 2. La ligne nº 4, comparable en tous points à la ligne nº 1, sera affectée du coefficient *a*, la ligne nº 5 du coefficient *f*, relatif à la ligne nº 3, la ligne nº 6, du coefficient *e*, afférent à la ligne nº 2 sud, les lignes nº 7, 3 *bis* et 7 *bis* du coefficient *d*, caractéristique de la ligne nº 2 nord. On parvient alors, pour le trafic probable, aux évaluations contenues dans le tableau nº 3 ci-après.

(Voir page 415 le tableau nº 3 *(Trafic probable)* auquel ses dimensions ne permettent pas de trouver place ici).

III. — Les résultats.

Pour se rendre compte de la valeur de la méthode, on peut comparer les trafics probables ainsi calculés pour les lignes métropolitaines aux trafics réels de ces lignes pour l'année 1912. Cette comparaison s'établit comme indiqué sur le dernier tableau (nº 4), à voir page 415.

Ce tableau appelle quelques remarques particulières. Pour la ligne nº 1, le trafic réel est notablement supérieur au trafic calculé : la différence peut s'expliquer en partie par ce fait que, dans le calcul, on n'a pas tenu compte de l'apport de la banlieue qui est ici considérable. Il convient d'observer en outre que, dans ses relevés, la compagnie du Métropolitain attribue à une seule et même ligne le trafic des stations d'échange desservies par un même guichet, elle affecte uniquement à la ligne nº 1 par exemple tout le mouvement de la station « Place de l'Étoile », qui dessert effectivement les lignes nº 1, 2 nord et 2 sud : d'où résulte pour la première de ces lignes un surcroît de trafic factice et pour deux autres un déficit apparent.

Digitized by Google

Cette manière de procéder de la Compagnie peut expliquer également pourquoi le mouvement réel de la ligne nº 6 est inférieur aux prévisions ; les recettes des stations terminus « Place de la Nation » et « Place d'Italie » sont, en effet, distraites de la ligne nº 6 pour être affectées entièrement, la première à la ligne nº 2 nord, la seconde, à la ligne nº 2 sud.

Le trafic de la ligne nº 4, calculé, comme on l'a vu, se trouve encore accentuée par ce fait que les recettes d'une ligne métropolitaine n'atteignent pas immédiatement leur plein développement mais croissent progressivement jusqu'à ce que le public ait pris l'habitude du nouveau mode de transport mis à sa disposition ; en 1912, la ligne nº 4 ne comptait encore que dix-huit mois d'exploitation.

TABLEAU Nº 3 *(Trafic probable.)*

DÉSIGNATION DES LIGNES 1	POPULATION DESSERVIE (1) (Tableau nº 1 *bis*) 2	COEFFICIENT (2) (Tableau nº 2) 3	NOMBRE DE VOYAGEURS transportés (3). 4
I. — Lignes métropolitaines			
Ligne nº 1	248.000	*a*) 249	61.752.000
Ligne nº 2 nord	347.000	*d*) 164	56.908.000
Ligne nº 2 sud	198.000	*e*) 181	35.838.000
Ligne nº 3	196.000	*f*) 156	30.576.000
Ligne nº 4	294.000	*a*) 249	72.576.000
Ligne nº 5	151.000	*f*) 156	23.556.000
Ligne nº 6	88.000	*e*) 181	15.928.000
Ligne nº 7	163.000	*d*) 164	26.732.000
Ligne nº 3 *bis*	38.000	*d*) 164	6.232.000
Ligne nº 7 *bis*	41.000	*d*) 164	6.724.000
TOTAL			336.822.000
II. — Chemin de fer Nord-Sud			
Porte de Versailles-Place Jules-Joffrin	224.000	*b*) 215	48.160.000
Gare Saint-Lazare-Porte de Saint-Ouen	86.000	*d*) 164	14.104.000
La Fourche-Porte de Clichy	63.000	*d*) 164	10.332.000
TOTAL			72.596.000

(1) En mille habitants.
(2) En nombre rond.
(3) Produit des deux colonnes 2 et 3.

TABLEAU Nº 4 *(Prévisions et résultats) :*

DÉSIGNATION DES LIGNES	TRAFIC PROBABLE d'après le tableau nº 3	TRAFIC RÉEL en 1912	OBSERVATIONS
	Voyageurs	Voyageurs	
Ligne nº 1	61.752.000	80.722.409	
Ligne nº 2 nord	56.908.000	68.479.640	
Ligne nº 2 sud	35.838.000	74.412.130	Lignes groupées en une seule section d'exploitation.
Ligne nº 5	23.556.000		
Ligne nº 3	30.576.000	65.309.028	
Ligne nº 3 *bis*	6.232.000		
Ligne nº 4	72.576.000	66.613.082	
Ligne nº 6	15.928.000	8.511.430	
Ligne nº 7	26.732.000	26.611.761	*Id.*
Ligne nº 7 *bis*	6.724.000		
TOTAUX	336.822.000	390.659.480	

d'après le coefficient caractéristique de la ligne nº 1, lequel est un peu trop fort en raison de ce qui vient d'être ci-dessus, devait rester supérieur au trafic réel, ce que l'on constate effectivement. Et la différence

Le fait que les recettes d'une ligne mettent un certain temps à s'établir peut expliquer également la différence importante qu'on relève dans le tableau ci-dessus à l'égard du trafic de la ligne nº 3. C'est,

Digitized by Google

en effet, d'après les résultats de 1907 qu'a été calculé le trafic probable de la ligne nº 3, et celle-ci n'a été ouverte complètement qu'en 1905. Les recettes de 1907 n'avaient pas encore atteint leur chiffre normal, et, par suite, le coefficient caractéristique devait être forcément un peu faible.

Mais si, pour les lignes prises isolément, la méthode conduit parfois à quelques anomalies, on peut constater que, pour l'ensemble, elle donné un résultat suffisamment exact, et approché par défaut. Dans l'exemple que nous avons choisi, la différence entre le mouvement probable des voyageurs et le mouvement réel se chiffre par 53 838 000 voyageurs en nombre rond, ce qui représente 16 p. 100 du trafic probable (336 822 000 voyageurs), et 14 p. 100 du trafic réel (390 660 000 voyageurs). On ne peut guère compter obtenir en pareille matière une plus grande approximation.

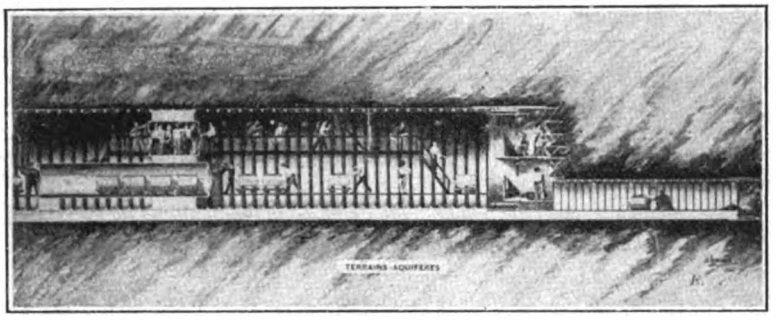


Fig. 4. — Coupe longitudinale du souterrain montrant le fonçage en terrains aquifères, que soutiennent au fur et à mesure des voussoirs d'acier que l'on pose (maquette de l'entreprise Cuagnaud).

(Cette étude sur l'un des points des transports souterrains les moins connus et même les moins soupçonnés du public est empruntée au récent ouvrage de M. BIETTE : *Chemins de fer urbains* édité par J.-B. BAILLIÈRE et FILS.)

Digitized by Google

La Vitalité des graines

PAR

H. DE VARIGNY

Quiconque a étudié les graines au point de vue de leur aptitude à conserver leur pouvoir germinatif a été frappé des différences considérables qui existent. Il n'est pas d'horticulteur qui ne sache que certaines espèces ont des graines à vitalité faible, limitée, disparaissant en peu d'années. D'autres, au contraire, ont une vitalité qui dure des dizaines, des centaines d'années, comme on a pu le constater en confiant au sol des graines provenant d'herbiers de date connue. Ainsi, E. Gain rappelle une expérience de Desfontaines, qui, professeur au Muséum, a obtenu, en 1807, la germination d'une graine de *Phaseolus* de l'herbier de Tournefort, graine qui avait à ce moment environ cent ans d'âge. Desfontaines a laissé la preuve écrite de cette expérience. Mais d'autres graines de même espèce et de même âge, de même provenance aussi, ont été soumises à la même expérience vers la fin du XIX^e^ siècle, en vain. La vitalité, chez *Phaseolus*, atteindrait cent ans, mais non deux cents ans.

Une étude de M. E. Gain, publiée en 1900, à l'A. F. A. S. a porté sur des graines mérovingiennes extraites de tombeaux. On trouve dans la littérature scientifique, en effet, quelques mentions de graines mérovingiennes ayant germé après treize ou quinze siècles. Est-ce vrai? Sur quelles expériences repose cette mention? Manifestement sur un mémoire dû à Ch. Des Moulins, publié en 1846.

L'auteur était président de la Société Linnéenne de Bordeaux ; il n'a point fait d'expériences personnelles, mais seulement rapporté les relations ayant paru de 1834 à 1840, et M. E. Gain, se reportant à celles-ci, n'a pas eu de peine à en faire la critique. Ses objections sont valables : rien ne prouve que des rongeurs ou insectes n'aient pas introduit des graines plus récentes ; rien ne prouve que la terre où les graines ont été semées ne contenait pas de graines. A. P. de Candolle, contemporain de Des Moulins, s'est refusé à admettre l'authenticité et la valeur de l'expérience, d'autant qu'A. de Candolle ayant mis à germer 368 espèces de graines âgées de quinze ans seulement, n'en a vu germer que 17, et dans de faibles proportions. La germination des graines âgées de quelques siècles est très improbable, car il ressort des expériences d'E. Gain et de Brocq-Rousseu, que la durée des peroxydiastases des graines, nécessaires à la germination, ne paraît pas dépasser deux siècles, et encore dans les cas les plus favorables. Et encore les peroxydiastases survivent-elles un temps à l'aptitude à la germination.

Parlerons-nous des blés de momie? On a souvent raconté que des graines provenant des hypogées égyptiens ont germé. Mais il s'agissait de graines vendues *comme ayant cette provenance* ; M. E. Gain opérant avec des graines *authentiques* du Musée de Boulaq, n'a obtenu aucune germination. Le blé de momie authentique ne germe pas. Sans doute, chez lui les réserves sont souvent restées chimiquement intactes, et utilisables, mais l'embryon, lui, a subi une transformation chimique très accentuée et n'est pas viable : la vie ralentie du grain est même abolie depuis longtemps. Les peroxydiastases ont disparu. Elles disparaissent plus ou moins vite selon l'espèce et les conditions, mais au bout de deux cents ans elles n'existent plus, et souvent ont disparu bien avant.

Pour arriver à des notions précises sur la durée du pouvoir germinateur des graines, il faudrait évidemment des expériences méthodiques et de très longue durée ; il faudrait réunir des quantités importantes de graines d'espèces nombreuses, réparties en lots conservés dans des conditions très différentes, favorables ou défavorables, lots sur lesquels à intervalles réguliers on ferait des prélèvements pour voir où en est l'aptitude à germer. L'expérience devrait durer des siècles.

Une ébauche de celle-ci a été tentée en 1902 quand par les soins de M. J. W. T. Duvel, du ministère de l'Agriculture des États-Unis, il a été enfoui dans le sol à des profondeurs variées des graines de 107 espèces différentes. Ceci, pour répondre à l'argument souvent présenté que de la terre extraite de la profondeur, donne parfois des germinations d'espèces qui, depuis longtemps ne se trouvent pas à la surface, par exemple à la suite d'opérations de drainage. Un premier prélèvement, dont le résultat a été publié en 1924, a montré que sur les 107 espèces, 51 germent encore en 1923, c'est-à-dire après vingt ans. L'expérience se poursuit.

En attendant, les observations continuent. Dans un fort intéressant article de *Science Progress* de janvier 1928, M. W. Stiles, de Reading, relate des faits qui ne sont pas négligeables. Par exemple, ceux d'Ichiro Ohga, sur la germination de fruits du Lotus indien (*Nelumbium nucifera*). De ces

Digitized by Google

fruits restés enfouis dans un lit de tourbe en Mandchourie, depuis peut-être plus de deux cents ans (à quel point l'évaluation de l'âge est-elle exacte?) ont germé dans la proportion de 100 p. 100 à condition de rendre les enveloppes perméables par un bain de cinq heures à l'acide sulfurique concentré, suivi de lavage complet et de dessèchement. Mieux, les vieux fruits paraissent donner des plantules plus vigoureuses que les récentes. La catalase y paraît plus abondante. Par contre, des fruits de *Nelumbium* du *British Museum* âgés de cent vingt-cinq ans n'ont pas germé. Mais les conditions de conservation différaient beaucoup. Il doit y avoir des conditions favorables, et d'autres défavorables, et encore, celles qui sont favorables à tel fruit ou grain ne le sont pas à tel autre. C'est une possibilité dont il faut tenir compte : il ne faut pas généraliser trop vite.

Des graines de géranium, expérimentées par M. H. Buckland (1926), ont germé après près de cinquante ans (1). Par contre, d'après Yozo Nakajima (1926) les graines de certains saules (*Salix Pierotii* et *Japonica*, perdent l'aptitude à germer en une semaine ; mais si on les conserve à 6°, et au sec, l'aptitude dure un an. Manifestement pour que celle-ci atteigne son maximum il faut des conditions qui varient selon l'espèce. C'est ce qui ressort aussi des expériences de Mantaro Kondo qui a examiné l'aptitude à la germination de 71 espèces différentes dont les graines ont été conservées dix ans en laboratoire au Japon. Elle est moindre au Japon qu'en Europe pour les mêmes espèces conservées dans les mêmes conditions en Europe ou en Amérique ; le climat plus doux et humide du Japon serait cause de la différence. Il y aurait avantage, pour garder les graines aptes à germer, à les conserver, mêlées à de la chaux, en tube scellé, à température moyenne. Pareillement le pollen reste plus longtemps vivant au sec : celui de *Typha latifolia*, conservé avec du chlorure de calcium, était encore vivant après trois cent trente-six jours.

(1) M. Ichiro Ohga, en effectuant des fouilles dans le sud de la Mandchourie, à travers une couche de tourbe préhistorique, a mis à jour de très vieux fruits de lotus indien. Il les recueillit, avec l'idée de les étudier pour voir les modifications apportées par le temps à la structure de la graine et de les faire germer. Grâce à certaines précautions, il est parvenu à ce dernier résultat. Les fruits, placés dans l'eau, n'absorbent pas l'humidité, et, par conséquent, ne sont pas réveillés de leur longue torpeur. Il faut les débarrasser de l'écorce qui les recouvre, et qui se montre imperméable. Cette écorce a été enlevée, soit par un meulage, soit par action d'acide sulfurique concentré ; dans d'autres cas, elle a été brisée mécaniquement. Les fruits ayant subi ce traitement préliminaire ont bien absorbé l'eau, le germe a gonflé et s'est développé. Le protoplasme était donc resté vivant dans le germe. Les fruits non préparés sont restés vingt mois dans l'eau sans montrer trace de gonflement (*La Revue du Ciel*, d'après *La Revue Scientifique*).

La lumière peut avoir une action. Certaines graines restent plus longtemps aptes à germer à la lumière, d'autres à l'obscurité (ce dernier cas est plus rare). Et puis il y a des espèces indifférentes, semble-t-il, à la présence, ou absence d'éclairement. Ainsi *Echium vulgare* et *Spiraea tomentosa* germent mieux à la lumière. Par exemple en ce qui concerne la première espèce 91 p. 100 des graines ont germé à la lumière dans les sept jours ; aucune n'avait germé à l'obscurité en cent cinquante-huit jours. Pour la seconde espèce, 50 p. 100 de germinations à la lumière en quarante et un jours ; 2 p. 100 seulement à l'obscurité dans le même temps. En ce qui concerne *Polygonatum biflorum*, 32 germinations p. 100 à l'obscurité en cent quarante-six jours ; 13 p. 100 seulement à la lumière. Et *Smilacina racemosa* ne germe pas du tout à la lumière. Il est vrai que par contre, d'après Niethammer, la sensibilité de la graine à la lumière diminue avec l'âge. L'endroit où mûrit la graine ne joue, semble-t-il, aucun rôle dans la sensibilité à la lumière, d'après lui.

Les expérimentateurs qui ont étudié l'influence de divers facteurs usuels sur la germination ont constaté des faits très variés et intéressants. C'est un fait bien connu qu'à basse température celle-ci ne se produit pas. Que se passe-t-il, s'est demandé T. Morinaga, quand on fait alterner les périodes de haute et de basse température? Dans ses expériences la graine a été exposée six heures à haute température et dix-huit heures à basse température. *Cynodon dactylon* germe très bien avec alternances de six heures à 38° et dix-huit heures à 10° ; moins bien quand les valeurs sont 32° et 10° ou 38° et 15°.

D'autres facteurs jouent un rôle : l'humidité en particulier. Mais les avis diffèrent sur la question de savoir s'il est bon, ou non, de tremper les graines dans l'eau avant de les semer. En fait, l'aptitude à germer sous l'eau varie selon les espèces. Il y a des graines ne germant pas sous l'eau : ce sont les petites, plutôt que les grosses qui germent, mais des espèces qui communément restent inactives sous l'eau germent dans l'eau quand celle-ci est en contact avec une atmosphère d'oxygène. Il semble donc que la composition des gaz contenus dans l'eau joue un rôle dans l'affaire. Mais il y a des graines germant mieux en milieu pauvre en oxygène. Les expériences de Morinaga font voir que la graine de *Typha latifolia* germent mieux dans une atmosphère où l'oxygène est remplacé en partie par l'hydrogène ou l'azote. La différence peut être très marquée. Ainsi dans une atmosphère où il a été enlevé de 40 à 80 p. 100 d'air, remplacé par de l'azote ou de l'hydrogène, on a obtenu 96 p. 100 de germinations en quatre jours, alors que dans l'air ordinaire aucune germination ne se produisit dans le même laps de

Digitized by Google

temps : et il ne s'en produisit que 3,8 p. 100 en dix jours. L'hydrogène est-il un stimulant? On le croirait en voyant que dans un mélange de 99 p. 100 d'hydrogène et 1 p. 100 d'air, 94 p. 100 de germinations se produisent. Mais c'est sans profit : les plantules sont blanches : il faut plus d'oxygène pour le développement de la chlorophylle. L'oxygène est nécessaire : en l'absence totale de celui-ci nulle germination ne se produit.

La graine est assurément un organisme possédant une grande résistance, au moins à certaines influences. M. Paul Becquerel a beaucoup étudié la question et est arrivé à des conclusions curieuses. Il a vu des graines de blé, de moutarde, de luzerne restant aptes à germer, et dans la même proportion qu'avant l'expérience après avoir été exposées six semaines à la dessiccation du vide, et au froid (température de l'air liquide, c'est-à-dire — 190° C.). Elles ont aussi supporté la température de l'hydrogène liquide (— 253° C.) pendant quelques heures. Les choses vont plus loin encore, M. P. Becquerel a pu, au laboratoire cryogène de Leyde, grâce à l'obligeance de Kamerlingh Onnes, exposer de nombreuses graines, de Raiponce, Tabac, Julienne, Amarante, Escholtzia, Muflier, Lunaire, Trèfle, à la température de l'hélium liquide. Celles-ci avaient été préalablement desséchées ; humides elles eussent péri à coup sûr. Le vide a duré quatre mois ; l'exposition à la température de — 269° C., a duré dix heures et demie. Malgré les rigueurs de ce traitement les graines ont conservé leur aptitude à la germination ; elle a même été supérieure à celle des graines témoins, desséchées et conservées à l'air libre. Dans les expériences dont il s'agit, il semble bien que la suspension de la vie ait du être complète. Une vie ralentie suppose au moins des traces d'humidité, d'air gazeux, et le maintien du protoplasma à l'état colloïdal, choses qui semblent avoir été impossibles dans l'expérience faite : il faut donc qu'il y ait eu suspension de la vie.

La vie, chez la graine, est fort diminuée, mais elle reste très résistante. Maquenne a montré qu'elle peut supporter, sans mourir et sans perdre son pouvoir germinatif, la dessiccation totale et le vide du tube de Crookes pendant des années. P. Becquerel a fait voir que le séjour dans les gaz irrespirables est sans mauvaise influence. Les spores résistent aussi à ces agents. Arrhénius semble donc dans le vrai quand il dit qu'on se trompe en admettant que les germes sont détruits par la dessiccation, le vide, les gaz inertes. La basse température, non plus n'est pas mortelle, au moins quand la durée en est limitée.

Quelques précisions à ce sujet ne sont pas inutiles. P. Becquerel a vu se maintenir l'aptitude germinatrice des graines maintenues dans le vide, et successivement à la température de l'air liquide pendant trois semaines, et quelques heures à celle de l'hydrogène liquide. Graines, spores et bactéries sont encore vivantes après dix-huit mois à deux ans dans le vide.

Est-ce à dire que l'épreuve pourrait être prolongée pendant des années ou des siècles avec le même résultat? Cela n'est guère croyable, bien qu'Arrhénius admette la possibilité d'une suspension prolongée de la vie, ce qui permettrait de croire à la possibilité de germes traversant, aptes à vivre, les espaces intersidéraux. Il resterait toutefois à savoir quelle influence pourrait être exercée, dans ces espaces, sur les germes, quels qu'ils soient, par les rayons divers, visibles ou invisibles, émis par les astres.

La question a été examinée, par M. P. Becquerel lui-même, et par d'autres aussi, que cite W. Stiles : Sheard et Higgins, et Knudson entre autres. L'expérience a été faite sur les effets de l'irradiation par la lampe à arc à vapeur de mercure. Une action est évidente, et qui varie selon les longueurs d'onde. Telle longueur inhibe, telle autre favorise la germination.

Au lieu que les températures élevées, quand leur action se prolonge quelque temps, sont toujours nuisibles. La graine résiste moins à la chaleur qu'au froid. E. Gain a montré récemment encore (*Rev. Gén. de Botanique*, 1927) que si les graines oléagineuses peuvent subir pendant des mois la température de 10° et, pendant un temps plus court, celle de 100°, elles succombent quand la température atteint 150° environ, et cela pendant une heure environ.

La résistance vitale de la graine a ses limites, d'ailleurs variables ; encore faut-il qu'elle ait été desséchée. Il est intéressant de constater que les graines qui résistent, tout en ayant été portées à des températuresvoisines de la limite possible à l'espèce, produisent souvent des sujets plus ou moins anormaux, fait qui a de l'importance pour la tératologie expérimentale.

Il y a beaucoup à faire pour l'étude de la résistance de la graine. Et manifestement ce n'est que par la voie expérimentale qu'on arrivera à des résultats précis. Il est évident, déjà, que les graines varient beaucoup dans leur vitalité : toutes ne présentant pas, à beaucoup près, la même résistance aux mêmes agents ou conditions, ce qui tient à des raisons variées, plutôt intrinsèques. Ce dont il est besoin, c'est l'expérience de grande envergure, et de très longue durée — des siècles au besoin — sur des graines multiples conservées dans des conditions variées, et notées avec précision. Les botanistes ont encore beaucoup à faire, dans cet ordre d'idées, avec des expériences dépassant de beaucoup la durée d'une existence individuelle.

Digitized by Google

Informations scientifiques

La synthèse du saccharose. — Cette synthèse a été traitée et effectuée par MM. Aimé Pictet, le très distingué chimiste de Genève, et H. Vogel Les recherches de Haworth et d'Irvine ont fait voir que le fructose peut présenter deux formes isomères, selon qu'il est libre ou en combinaison (fructose normal et *gamma* fructose). Il résulte de ces faits que si l'on voulait chercher à réaliser une synthèse du saccharose par l'union de ses deux constituants, le glucose et le fructose, on ne saurait y arriver en utilisant le second de ces sucres sous sa forme normale, la seule qui soit à notre disposition. Il serait nécessaire de le prendre à l'état de l'un de ses dérivés artificiels dans lesquels il se trouve sous la forme γ. On en connaît quelques-uns (dérivés méthylés, éthylés, carbométhoxylés), mais aucun d'eux ne pourrait se prêter à l'opération en question, car les groupes substituants qu'ils contiennent sont trop solidement liés au reste de la molécule pour qu'on puisse espérer les en détacher une fois la condensation avec le glucose accomplie.

La synthèse du saccharose exige donc l'obtention préalable d'un dérivé du γ-fructose ne contenant que des substituants d'une séparation relativement facile. L'observation a montré que lorsqu'on prépare le tétracétate de fructose normal selon le procédé de Hudson et Brauns, c'est-à-dire en traitant le fructose, à basse température, par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc, et en faisant cristalliser le produit dans l'alcool, il se forme, en petite quantité un second composé qui reste dans les eaux mères.

En évaporant celles-ci dans le vide, MM. Pictet et Vogel ont obtenu un sirop épais qui, au contact de l'eau froide, s'est converti lentement en une masse solide et vitreuse. Ils n'ont pas réussi jusqu'ici à amener ce corps à l'état cristallisé ; toutefois son analyse et le fait qu'il réduit facilement la liqueur cupropotassique leur ont montré qu'il constituait un second tétracétate. D'autre part, son pouvoir rotatoire très inférieur à celui du tétracétate normal, pouvait laisser supposer qu'il appartenait à la série γ. La formation d'un dérivé de cette nature s'expliquerait en admettant (ce qui a du reste été soupçonné déjà par Ohle), que lorsque le fructose entre en solution, il s'établit un équilibre entre sa forme normale et sa forme γ. Cela aurait lieu dans l'anhydride acétique comme dans tout autre solvant ; chacune des formes s'acétylerait ensuite pour son compte. Dans les conditions de l'expérience, l'équilibre semble se faire approximativement entre 97 parties de fructose normal et 3 parties de fructose γ.

Il eût été facile de s'assurer de la nature γ du nouvel acétate en le méthylant, puis en saponifiant le produit ; on devait obtenir ainsi le méthyl-γ-fructoside préparé par Irvine. Mais un autre moyen, plus simple encore, se présentait, c'était de le combiner au tétracétate de glucose. il devait alors s'il dérivait vraiment du γ-fructose, engendrer l'octacétate de saccharose, selon une équation qui est indiquée.

L'expérience a été faire en dissolvant dans le chloroforme poids égaux du tétracétate de fructose et de celui du glucose préparé selon les indications de E. Fischer et Delbruck, et on a agité cette solution pendant quinze heures avec de l'anhydride phosphorique. Evaporée ensuite dans le vide, elle a laissé un résidu sirupeux qui, repris par l'alcool chaud, a abandonné par le refroidissement de beaux cristaux. Ceux-ci ont présenté les principaux caractères de l'octacétate de saccharose :

Point de fusion des cristaux	70°
— de l'octacétate de saccharose	70°
— de leur mélange	70°
Pouvoir rotatoire en solution dans le chloroforme	+59°,4
Pouvoir rotatoire de l'octacétate de saccharose	+60°,0

Il convient de noter que MM. Pictet et Vogel ont obtenu le même corps dans deux séries d'expériences, dans l'une desquelles le point de départ était un fructose préparé par interversion du saccharose et dans l'autre un fructose retiré de l'inuline.

La saponification de l'octacétate de synthèse, effectuée selon le procédé de Zemplen, a enfin fourni un disaccharide anhydre et non réducteur, de structure cristalline et de saveur très sucrée. La comparaison de ses principales propriétés avec celles du sucre de canne a donné les chiffres suivants :

Analyse (p. 100). — C 42,3 ; H 6,6 (calculé pour $C^{12}H^{22}O^{11}$: 42,1 et 6,5).

Cryoscopie dans l'eau. — Poids moléculaire trouvé : 344 (calculé : 342).

Point de fusion du sucre obtenu		183°
— du saccharose		184°
— de leur mélange		184°
Pouvoir rotatoire en solution aqueuse	du sucre de synthèse ($c = 5,07$)	+ 66°,3
	du saccharose à la même concentration	+ 66°,5
	du sucre de synthèse après interversion	— 20,6°
	du saccharose après interversion	— 20°,7

De la concordance de ces chiffres on doit conclure à l'identité des deux substances.

Il restera à préciser quelques points concernant les produits intermédiaires de cette synthèse, ainsi qu'à entrer dans plus de détails sur l'ensemble des opérations. Ces indications complémentaires seront publiées en leur temps.

La hauteur des aurores boréales. — Dans une note à l'Académie des Sciences, M. C. Störmer relate l'observation qu'il a faite d'Oslo, le 8 septembre 1926, d'une draperie d'aurore boréale de couleur grise, violette, dont il a pu prendre une série de photogrammes avec une base de 26 kilomètres environ. Et ce calcul a révélé ce résultat surprenant que cette draperie s'étendait dans l'atmosphère depuis 300 jusqu'à 500 kilomètres au-dessus de la terre, tandis que toutes les draperies d'aurore photographiées dans la Norvège méridionale de 1911 à 1922 étaient situées en altitude de 80 à 200 kilomètres environ.

La draperie se transforma plus tard en une masse diffuse nettement limitée au bord méridional et dont la

Digitized by Google

hauteur, d'après un photogramme bien réussi, excédait probablement 1 000 kilomètres.

L'aspect singulier de cette aurore et sa situation vers l'Ouest firent soupçonner qu'elle était directement exposée aux rayons du soleil. Un calcul facile vérifia ce résultat ; en effet, cette aurore remarquable tout entière était située en pleine lumière du soleil.

Ce fait conduisit ensuite à chercher si les rayons auroraux, dont la hauteur avait été trouvée autrefois exceptionnellement grande, étaient aussi exposés aux rayons du soleil ? L'hypothèse fut vérifiée d'une manière remarquable : les rayons les plus hauts, dont la base était souvent à des hauteurs de 300 et 400 kilomètres et dont les sommets montaient jusqu'à 600 ou 800 kilomètres, étaient dans toute leur étendue illuminés par le soleil, tandis que 95 p. 100 environ des rayons auroraux ordinaires observés à Oslo de 1911 à 1922 et situés dans la région obscure de l'atmosphère se trouvaient à des altitudes variant de 100 à 400 kilomètres. La lumière du soleil semble donc exercer un effet singulier sur l'atmosphère supérieure. Un effet de nature thermique ou électrique, tel que le bombardement par les rayons électriques, rendra l'aurore visible à des hauteurs exceptionnelles. L'atmosphère se dilate-t-elle vers le haut, par un accroissement de température ou par une charge électrique due à l'ionisation, comme le veut M. Végard? On sait déjà que la lumière exerce un effet sur les hauteurs de la couche de Heaviside.

Les hautes aurores exposées au soleil sont généralement de couleur rouge, violette ou bleue ; les basses sont plus ordinairement de couleur jaune verdâtre. Le fait signalé par Störmer est très important, a dit M. Deslandres. Il peut être rapproché d'autres faits similaires observés dans les comètes et qui sont : l'extension progressive vers l'extérieur des enveloppes lumineuses qui entourent le noyau des belles comètes, et l'apparition d'aigrettes opposées à la queue et donc dirigées vers le soleil.

L'expansion des atmosphères peut être attribuée, comme l'a indiqué déjà Végard, à l'électrisation positive de leurs couches supérieures, et aux répulsions qui en sont la conséquence. On peut invoquer aussi l'attraction exercée sur ces couches par les essaims d'électrons qui sont lancés par le soleil et sont particulièrement denses pendant un orage magnétique ; l'effet augmente avec la durée de l'orage.

Or, le magnétographe de l'Observatoire de Meudon, qui relève seulement la déclinaison, indique le 8 septembre 1926, une perturbation assez notable, qui a commencé à 12 heures (c'est-à-dire au moins 6 heures avant l'observation de Störmer), et qui a persisté pendant la journée entière du 9. Pour bien juger la valeur de cette perturbation, il faudra examiner aussi les écarts de la force magnétique horizontale et de la force magnétique verticale relevées dans d'autres lieux.

L'importance physiologique du nickel et du cobalt. — MM. G. Bertrand et Macheboeuf ont signalé la présence de petites quantités de nickel et de cobalt dans les organes de l'homme et des animaux. Sont-ce des impuretés ou bien ces métaux jouent-ils un rôle physiologique? L'an dernier ils ont constitué une relation entre les deux métaux et le pancréas à l'insuline. Cette année ils constatent que la durée de vie des souris absorbant les deux métaux est un peu supérieure à celle des souris qui en sont privées. Cobalt et nickel joueraient donc un rôle dans la physiologie.

Les vertus de l'alpax. — L'alpax est un alliage d'aluminium et de silicium (13 p. 100 de silicium) dont MM. L. Guillet, de Fleury et Sursaud disent grand bien. Car, d'après leurs essais, cet alliage, affiné par 1 p. 100 de sodium, présente des résistances et allongements tout à fait remarquables, étant donnée la faible densité du produit. Le grand intérêt de l'alpax est dû à son caractère d'eutectique qui donne des facilités dans la préparation et dans la sécurité d'emploi des pièces montées. A l'appui a été présenté à l'Académie un exemple tout à fait typique : il s'agit d'un châssis d'automobile coulé en une seule pièce par les Fonderies et Forges de Crans (Haute-Savoie).

Voici les caractéristiques de ce châssis monobloc :

Poids : 160 kilogrammes (on étudie encore sa diminution).

Puissance du moteur qui l'actionnera : 10 chevaux, 6 cylindres.

Poids total de la voiture finie : 800 kilogrammes (alors que le poids normal d'une voiture 16 chevaux est d'environ 1 600 kilogrammes).

Digitized by Google

Les Araignées et le Problème de l'Instinct

PAR

Maurice THOMAS

Membre de la Société entomologique de Belgique.

Le naturaliste qui, par le temps qui court, tient à passer pour un savant sérieux, doit se garder comme du feu de cet étonnement, de cet émerveillement où nous plongeait si volontiers la crédule, l'enfantine science d'autrefois. Celui surtout qui étudie les manifestations de l'instinct revêtira un flegme triplement épais, et si ses mouvements en paraissent guindés, cela n'en vaudra que mieux, car le savant, par définition, est l'opposé de l'artiste et du poète et il est bon qu'on le sache. Adopter une autre attitude, ce serait prêter le flanc au reproche d'ignorance : d'ignorance de ce que, regardée sous un point de vue moderne, « la question de l'instinct dépouille tout son mystère » ; car il n'y a plus rien de mystérieux, de merveilleux dans la psychologie animale, depuis que certains professeurs en Sorbonne nous expliquent le mécanisme des faits et gestes de la bête, depuis qu'ils nous font toucher du doigt ses rouages ci-devant dits les plus secrets.

Il est de bon ton aussi, lorsqu'on décrit la psychologie des êtres vivants, l'homme excepté, de mettre entre guillemets certains mots tels « instinct », « intelligence », « peur », « prudence », « explication finaliste », « anthropomorphisme », « anthropopsychisme » et autres. Les guillemets traduisent d'élégante façon le sourire narquois du commentateur, le mépris dans lequel le naturaliste dit « déterministe » (1) tient le confrère qui voit dans l'animal autre chose qu'une simple machine réflexe. Les guillemets sont alors d'un grand secours : ils permettent de tourner l'adversaire en ridicule tout en n'employant que des expressions très académiques.

Vaine ironie ! Quand on examine les choses de près, on arrive fatalement à se demander si le naturaliste dit « déterministe » ne va pas « un peu fort » ; s'il est justifié par les faits quand il considère les actes de l'animal comme dictés, jusque dans leurs moindres détails, par un jeu rigoureux de réflexes ; si l'application d'expressions telles que « instinct », « discernement », « peur », « prudence » n'est pas quelquefois judicieuse ; si, en un mot, l'anthropopsychisme doit être banni de l'interprétation scientifique avec autant d'inflexible rigueur que d'autres le représentent.

Voilà la question qu'on se pose en lisant certaines élucubrations déterministes. L'étude du comportement de quelques araignées va nous permettre d'y donner une réponse documentée.

***

Je suis, depuis ma tendre jeunesse, un observateur passionné des araignées. Les actes si variés de ces arthropodes récompensent amplement la curiosité du chercheur qui domine la répulsion qu'ils inspirent *a priori*, et bien à tort, à tant de personnes nerveuses. *A priori*, parce que le ventre rond et velu de certaines espèces, leur petite tête et leurs longues pattes leur valent une réputation de laideur imméritée ; à tort, parce que toutes nous rendent des services en détruisant nombre d'insectes nuisibles ou désagréables ; parce que, enfin, elles marquent quelquefois dans leurs faits et gestes une telle diversité, une telle liberté d'allures, qu'on se sent tenté de leur accorder, tout comme à l'homme, de l'entendement, de l'intelligence, du jugement, j'allais dire de la raison.

Se laisser aller à cette impression première serait une lamentable exagération. L'étude précise des facultés intellectuelles des araignées amène la décevante découverte que, tout comme les autres animaux, elles sont dominées par un instinct, dont l'empire, bien que marquant ici ou là quelque élasticité, n'en est pas moins impérieux et n'en confine pas moins leur activité dans un domaine spécifique nettement démarqué, en dehors duquel elles sont inaptes à faire quoi que ce soit d'utile.

Cette vérité est contestée par M. E. Rabaud, qui dans les conclusions d'une de ces études (1) écrit :

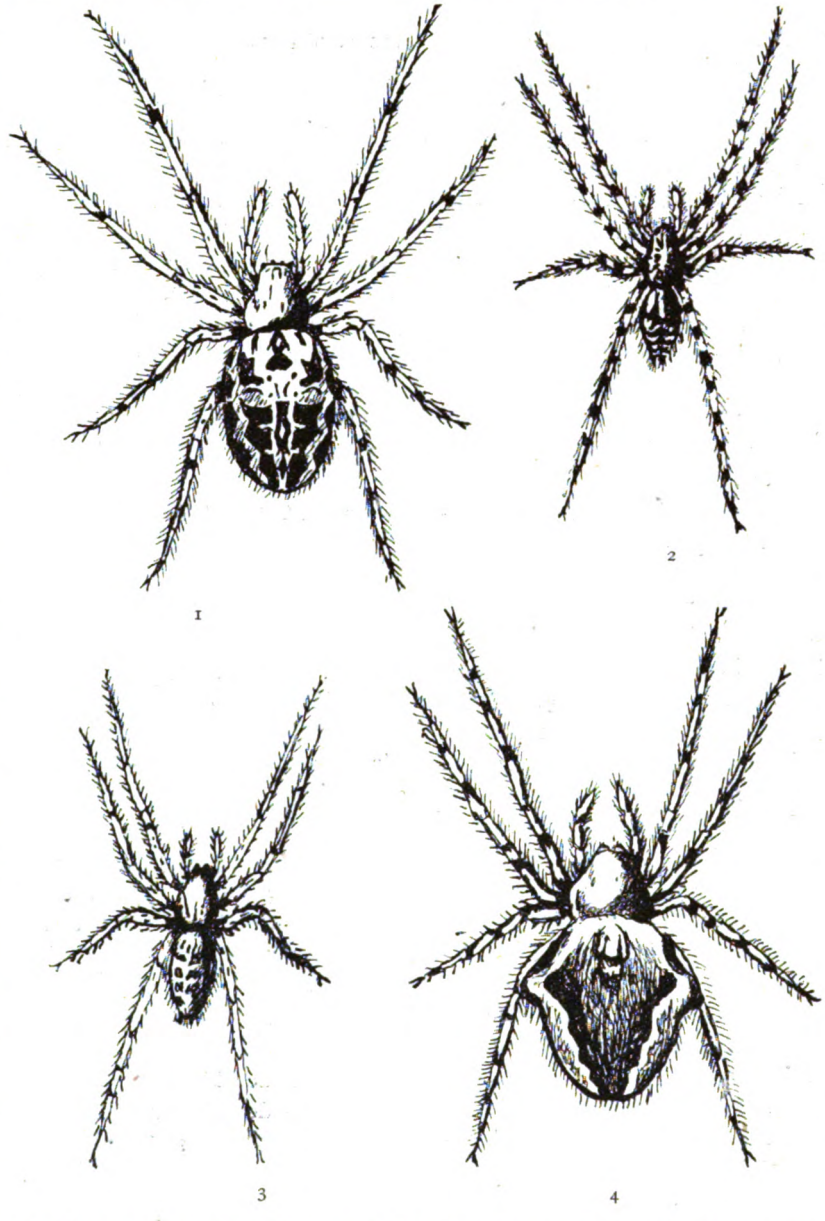
(1) On peut ajouter aussi « mécaniciste », car bien que les naturalistes déterministes, et M. Rabaud à leur tête, se défendent de voir dans l'animal un *mécanisme monté*, ils sont pour le moins aussi mécanicistes que l'Allemand Bethe, puisque pour eux, « le système nerveux n'est par lui-même qu'une masse inerte ne renfermant aucun stimulus interne » et que le stimulus externe est absolument indispensable pour l'ébranler. L'animal n'est donc rien qu'une machine, ou, plutôt, il n'est même pas une machine ; il est comme un bateau sans chaudière qui n'avance que tiré par un remorqueur.

(1) Et. Rabaud, Recherches expérimentales sur le comportement de diverses araignées (*Année biologique*, t. XII, 1920-1921).

Il est à peine nécessaire de dire ici qu'une lecture, même superficielle, de cette étude, montre qu'elle a été écrite, moins dans le but de nous faire connaître la psychologie des araignées, que de contredire les théories de J.-H. Fabre sur l'instinct.

Digitized by Google

« Ainsi dans le comportement des diverses araignées, nous rencontrons une série de complications sans utilité au point de vue de la capture et la consommation des proies et qui ne correspond à aucune nécessité de de l'existence. Ces complications supprimées, l'araignée n'en vivrait pas moins de la même manière. Poussant alors l'analyse jusqu'au bout, on en vient à se demander si la toile, elle aussi, n'est pas une complication qui n'ajoute rien d'essentiel aux facilités de vivre. Les Epeires, en effet, sont parfaitement capables de sauter sur une proie et de la capturer à la manière d'une Thomise. Je l'ai constaté pour *Araneus diadematus* et *A. patagiatus* logées chacune dans un large tube, et Darwin cite, d'après J. Banks, une araignée fileuse qui, ayant perdu cinq pattes, devint chasseresse. Cela revient à dire que, hors de la toile, les araignées fileuses demeurent sensibles aux vibrations transmises par l'air ; elles sont attirées par elle et, parfois, l'attraction s'exerce avec une force suffisante pour déterminer un saut, pour provoquer, tout au moins, le soulèvement des pattes, qui arrête alors les insectes au passage. L'observation montre que ces deux éventualités se réalisent et l'expérimentation confirme le rôle des vibrations : il suffit, en effet, d'approcher d'une araignée un diapason vibrant pour provoquer l'extension et le soulèvement des pattes à un degré plus ou moins accusé, suivant l'intensité des vibrations. Et dès lors, la toile d'araignée, dont la construction, dont l'existence seule servent de thème à tant de descrip-



1, *Epeira cornuta* ; 2, *Tegenaria campestris* ; 3, *Tegenaria domestica* ; 4, *Epeira angulata*. (Dessins à la plume de M. Camille Remy, d'après les originaux en couleur de Léon Becker.)

M. Rabaud ne cache d'ailleurs pas plus ici que dans ses autres travaux son sentiment à l'égard de l'illustre entomologiste, sentiment qu'il exprime par des phrases telles que celle-ci : « nos connaissances à leur sujet (le comportement des araignées) se bornent aux affirmations plus ou moins explicites de J.-H. Fabre : redire leur insuffisance commence à devenir un truisme. » Ou bien : « l'énoncé même de cette explication en fait ressortir l'extrême puérilité. »

Sans doute, Fabre n'a pas tout vu, et il est possible que les *Souvenirs entomologistes* contiennent quelques erreurs. Sans doute quelques-unes des interprétations du grand naturaliste seront à reviser dans un ou l'autre point secondaire. C'est bien heureux pour M. Rabaud comme pour nous tous, entomologistes, qui, sans cela, n'aurions plus autre chose à faire qu'à lire ses admirables *Souvenirs*. Cependant, quoique certains en puissent dire, le contrôle de l'observation et de l'expérience prouve presque toujours la justesse des observations de Fabre, l'exactitude de son point de vue. (Voyez à ce sujet mon livre : *Jean-Henri Fabre et la Science, Réponse à Etienne Rabaud*, qui comporte, outre la réponse aux imputations de certains contre l'Ermite de Sérignan, une contribution personnelle à l'étude de l'instinct.)

Digitized by Google

tions admiratives, ne paraît vraiment pas avoir l'importance que les naturalistes se plaisent à lui accorder. »

Ces conclusions sont basées sur une expérimentation des plus superficielles. L'observation de Bank, surtout, prête à caution. On se demande en effet comment une Araignée ayant perdu cinq pattes sur huit pourrait devenir chasseresse. La profession de chasseur exige chez les Araignées, qui n'ont pas d'ailes, une agilité qu'on ne peut s'attendre à trouver chez un individu qui a perdu plus de la moitié de ses engins de locomotion.

L'observation et l'expérience montrent, au contraire, que les rigueurs de l'instinct de la fileuse ne lui permettent pas de changer de profession, et de passer de la « tenderie » à la chasse à courre.

Pour m'en rendre compte je ne me suis pas servi, comme M. Rabaud, d'un diapason. J'ai tenu à reproduire des conditions plus naturelles, et je me suis contenté d'enfermer tout d'abord des mouches et des araignées dans des boîtes à couvercle de vitre que je choisissais assez spacieuses pour laisser une certaine liberté d'allures aux prisonniers. Mes observations ont précisément porté sur des Epeires diadèmes (*Araneus diadematus*) jeunes et adultes, et aussi sur des Tégénaires (*Tegenaria domestica* et *T. campestri*) à tous les degrés de croissance.

Dans les conditions ci-dessus, et lorsque je prenais soin de supprimer les fils que l'araignée laisse traîner derrière elle en circulant, non seulement mes captives ne sautaient pas sur les mouches qui s'approchaient d'elles, mais elles marquaient au contraire une grande peur de l'insecte dont, sur la toile, elles eussent immédiatement fait un copieux repas. Abordées par derrière par une mouche quelconque, elles détalaient en vitesse, ou, plus simplement, tombaient en catalepsie. Abordées par devant, elles se rejetaient en arrière et prenaient une pose défensive qui consistait à relever les pattes antérieures. La capture n'avait lieu que lorsque la mouche était venue, à plusieurs reprises, se jeter étourdiment entre les pattes de l'Epeire (1).

Enfermée dans un tube avec une mouche, l'araignée, parfois, se précipitait sur elle. Cela arrivait quand la mouche s'était accrochée au fil que l'araignée laisse toujours traîner derrière elle en circulant. Mais alors, comme un seul fil ne suffit pas pour empêtrer une mouche, celle-ci se débattait avec violence. Au cours de la bagarre, surprise par une défense plus vigoureuse que celle qu'elle était habituée de rencontrer sur la toile, l'araignée (les sujets jeunes surtout) tombait en catalepsie, et la mouche avait tout le temps de s'échapper. Pour que l'araignée mangeât la mouche, il fallait que les fils se fussent multipliés.

J'ai fait plus alors. J'ai essayé un entraînement méthodique, en tenant la mouche et l'araignée confinées dans le fond du tube, de manière à maintenir les prisonniers en contact permanent. Dans ces conditions, l'araignée, après être tombée trois ou quatre fois en catalepsie, finissait par mordre la mouche. Après plusieurs jours d'un tel régime, je rétablissais l'araignée dans une prison plus spacieuse, pour voir si elle avait profité de cet essai d'éducation. Toutes mes tentatives dans ce sens sont restées stériles. Les sujets ainsi traités ont toujours montré, avant comme après les expériences dans le tube, la même inaptitude à capturer une proie sans le secours des fils. Bref, mes nombreux essais m'ont donné l'intime conviction que l'araignée tisserande disparaîtrait si elle perdait l'instinct de construire sa toile (ou si, par exemple, par une cause ou l'autre, ses filières cessaient de produire de la soie) laquelle toile est pour elle d'une rigoureuse nécessité. Cette vérité doit avoir été reconnue depuis longtemps, puisqu'elle est passée à l'état de dicton : « pas de nourriture, pas de toile, pas de toile, pas de nourriture ».

« La construction, l'existence seule de la toile des Epeires et des Argiopides, nous dit-on, ont servi de thème à beaucoup de descriptions admiratives ; sur elle, J.-H. Fabre se livre à des considérations géométriques ». Cette admiration, ces considérations sont-elles justifiées? Il suffit de jeter un regard sur la structure de ces pièges complexes, et cependant d'une régularité presque mathématique, pour comprendre que oui ; l'apparente froideur du naturaliste déterministe devant cette petite merveille de l'industrie animale n'est que de l'affectation. Je renonce à être jamais considéré comme un « savant naturaliste », si c'est au prix d'une telle attitude que ce titre doit s'acquérir.

La toile des Epeires n'est pas un assemblage quelconque de fils plus ou moins enchevêtrés de manière à retenir tant bien que mal les proies. Elle affecte une forme régulière et applique des principes précis de géométrie et de physique. Fabre en donne dans le neuvième volume des *Souvenirs entomologiques* (chap. X. Les Epeires, Géométrie de la toile) une description qui, empreinte peut-être d'un certain enthousiasme, *est néanmoins exacte dans les plus minutieux détails*. J'y renvoie le lecteur. Qu'il suffise de savoir, pour l'instant, que ladite toile est constituée par un jeu de rayons concentriques supportant un fil en spirale. L'araignée se ménage, en dehors de la toile, un abri formé de quelques feuilles soudées ensemble par de la soie, et relié

(1) Il convient de signaler que, abordés par devant, ce ne sont guère que les sujets jeunes, ou ceux en période de mue, qui fuient.

Digitized by Google

au centre du piège, lieu de concentration des rayons, par un fil épais qui sert de chemin de communication et qui transmet à l'Epeire, quand une proie se fait prendre, les vibrations produites par les mouvements de l'insecte qui se débat, avertissant ainsi de la prise, la propriétaire de la toile (1).

Toutes les espèces d'araignées tisserandes des genres Epeires ou Argiopes, il importe de le noter, ne travaillent pas exactement de la même manière. Il y a des variantes, dont, nous le verrons, M. Rabaud sous-estime la valeur. Dans certains cas, le fil qui relie le gîte de l'Epeire au centre de la toile est le seul chemin de communication qui existe. Parfois cependant le refuge de l'araignée est attaché à la périphérie du piège par d'autres fils, en sorte que les vibrations arrivent à l'araignée par plusieurs chemins. L'Epeire cratère (*Epeira cratera*, Walck) comme le signale Fabre, simplifie le système, « La toile est toujours très voisine de la cuvette qui sert de gîte à l'araignée, et est contiguë à cette cuvette par un prolongement anguleux, dans lequel est compris un rayon que l'Epeire, assise pour ainsi dire dans son cratère, a constamment sous la patte. Ce rayon, issu du centre où convergent les trépidations, venues d'un point quelconque du réseau, est éminemment apte à renseigner l'araignée. » (*Souv. Ent.*, vol. IX, chap. IX). Enfin il y a des espèces, les Tetragnathes, qui ne se construisent pas de refuge, et quand elles ne stationnent pas sur la toile, restent allongées sur une des branches de support. A ces détails près, le piège de toutes les Epeires et Argiopides revêt un aspect très uniforme.

Pourquoi ces différences dans le détail? Je n'y vois aucune cause saisissable, et n'en puis donner qu'une raison : c'est que l'instinct diffère d'espèce à espèce. Cette explication, j'en conviens volontiers, n'en est pas une, pas plus pour moi que pour les naturalistes déterministes. Pourtant, le vouloir ou non, force nous est de nous en contenter.

Et force nous est aussi de reconnaître que le « stimulus externe » n'a rien à voir dans l'adoption du plan complexe d'après lequel le piège à mouches est conçu. Quelle influence du milieu pourrait l'avoir imposé à l'araignée? Il est aisé, en fermant les yeux aux points importants d'un comportement, d'en ramener des détails à des causes apparemment mécaniques. Cette méthode d'éludeur ne donne pas satisfaction au chercheur consciencieux. Le plan précis et complexe de la toile de l'Epeire est un des plus curieux sujets de méditation et d'étonnement pour le naturaliste qui ne veut pas se payer de mots. L'identité que l'on constate dans l'agencement des toiles des individus d'une même espèce démontre l'immutabilité, la spécificité de l'instinct dans les *points caractéristiques* des divers comportements.

« En fait, pour ce qui est plus spécialement de la capture des proies (écrit encore M. Rabaud), nous voyons l'araignée constamment dominée par les vibrations mécaniques du milieu. Ces vibrations provoquent toute une série de mouvements qui se succèdent sans se déterminer ; elles les provoquent souvent avec exubérance, et leur enchaînement ne laisse place à aucune influence extérieure. »

Que les vibrations jouent leur rôle, aucun observateur avisé n'en a jamais douté, et il est très aisé de s'en rendre compte sans que l'emploi d'un diapason soit nécessaire. Il suffit de répéter l'expérience très simple de Fabre qui consiste à déposer délicatement sur la toile, même assez près de l'araignée, une proie morte ou un objet inanimé; l'araignée ne se dérange pas ; mais si on agite l'objet au moyen d'une paille, elle accourt à l'instant. Cela nous apprend que ce n'est pas par la vue, mais par le sens du tact, la sensibilité aux vibrations, que l'araignée est renseignée sur ce qui se passe dans sa toile. Mais sont-ce les vibrations qui dominent l'araignée? Est-ce au contraire l'araignée qui se sert des vibrations comme moyen de guider son comportement vers une fin utile? Toute la question de l'instinct est là.

Ici aussi, la simple observation nous permet de répondre. Il suffit de jeter une mouche dans le haut de la toile d'une grande Epeire, et d'observer ce qui s'ensuit. On comprend alors combien l'araignée est, sensoriellement, adaptée à son piège, et combien utile est pour elle, sinon chaque détail de la construction, tout au moins le plan d'ensemble.

Avertie par les vibrations qui se dégagent de la proie, et pour la perception desquelles elle est douée d'une tactilité particulièrement affinée, l'araignée, si elle est réfugiée dans son gîte, accourt par le fil de passage et tombe sur la toile la tête en bas. La mouche étant dans le haut, l'araignée pour se mettre face à la proie pivote sur elle-même, mais en y regardant de près on voit que ce mouvement se fait par saccades, et que chaque fois l'animal saisit dans ses pattes antérieures deux rayons de support consécutifs, et leur imprime de brusques tractions. Ce manège continue jusqu'à ce que l'araignée ait dans les pattes les rayons entre lesquels la mouche est retenue prisonnière, et qui dès lors lui transmet-

(1) « Celle-ci (la toile) forme un tout dont les parties sont à ce point solidaires qu'un ébranlement quelconque, si localisé soit-il, se propage rapidement à l'ensemble. »

Ces quelques lignes sont de M. Rabaud, dans la note même que j'examine. Elles en disent long sur la valeur des élucubrations déterministes à propos de la toile d'araignée. Elles mettent leur auteur en contradiction avec lui-même, car c'est contradiction évidente que de reconnaître ici le point caractéristique de la toile, ce qui constitue sa merveilleuse efficacité, et d'en parler quelques pages plus loin comme d'un objet inutile, dont l'animal pourrait se passer sans aucun inconvénient.

Digitized by Google

tent directement les vibrations. Dès qu'elle se sent ainsi orientée dans la direction de la proie, elle cesse son manège et se dirige vers la prise. Jamais elle ne se met en marche avant d'être face à la proie.

Cette tactique est suggestive et démontre : 1° que l'araignée, en agissant comme elle le fait, s'occupe de localiser l'endroit exact où la proie se trouve, et 2° que ce sont les vibrations qui lui apportent ce renseignement. Les actes de saisir des rayons consécutifs, de leur imprimer des tractions qui suscitent des mouvements de la mouche et de ne quitter son centre qu'une fois orientée dans la bonne voie ne sauraient être interprétés autrement.

De même on comprend combien l'Epeire est adaptée au plan d'après lequel le piège est construit : si les rayons n'étaient pas concentriques et que la connection entre certains d'entre eux fût indirecte, l'araignée, par suite de sa myopie, devrait se livrer dans chaque cas à une exploration qui, lorsque le hasard la servirait mal, prendrait un temps assez long, et permettrait à la proie un peu robuste de rompre ses liens et de fuir. Ainsi donc, non seulement la toile n'est pas une superfluité pour sa propriétaire, mais elle est agencée de manière à lui rendre le maximum de services. Son plan est étroitement adapté aux facultés sensorielles des Epeires.

La proie localisée, la marche de l'araignée ne se fait pas constamment de la même manière. Une mouche ne se débat pas toujours sans arrêt. L'araignée ne parcourt pas toujours d'une seule traite la distance qui l'en sépare. Mais c'est erreur de dire que, dans le comportement de l'animal qui se dirige vers la proie, la succession des temps dépend étroitement des mouvements de la proie qui tombe sur la toile. L'attention de l'araignée, une fois éveillée, se détourne rarement de la prise avant la fin du drame.

L'araignée étant en marche vers la mouche, il arrive que celle-ci s'immobilise, se rendant peut-être compte de l'approche de son bourreau. L'araignée alors (parfois, mais pas toujours, j'insiste) s'arrête aussi. L'immobilité de la mouche perdure-t-elle? Pour pouvoir conclure à de simples mouvements réflexes, il faudrait que l'araignée attende passivement de nouveaux mouvements. Or on constate que quand ces mouvements ne se produisent pas, *l'araignée tâche d'en susciter en imprimant de nouvelles tractions à la toile*. Si ces tractions sont efficaces elle continue son chemin vers la mouche et la mord.

Si les tractions sont inefficaces, l'attitude varie. L'araignée est-elle occupée à manger, elle sera très incitée à retourner à son centre ou à son gîte, pour continuer son repas. Est-elle au contraire à jeun, elle continuera vers la prise malgré son immobilité complète. Ces deux façons de faire, suivant le cas, m'ont paru les plus générales. Cependant, il y a des exceptions : l'Epeire qui mange peut continuer vers la proie. Celle qui ne mange pas peut, en cas d'immobilité persistante, retourner à son centre. On constate ici une liberté d'allures qui donne l'impression d'un être intelligent, raisonnant ce qu'il fera.

Plus que tous les autres encore, le fait suivant est probant de l'indépendance des araignées vis-à-vis des vibrations : je jette une abeille dans la toile d'une *Epeire scolpetaria*, qui, à l'instant, accourt. C'est un sujet qui a déjà acquis un certain degré de croissance, mais qui n'est pas de taille à lutter contre un adversaire aussi redoutable, Que va-t-elle faire? Elle s'approche jusqu'à toucher presque l'abeille, mais là, n'osant entamer la lutte, elle reste immobile à surveiller les mouvements de l'antagoniste. Malgré que l'Hyménoptère se débat, l'araignée n'est ni repoussée ni attirée ; elle n'avance ni ne recule. Pendant trois bons quarts de minute, elle regarde, comme réfléchissant à ce qu'elle va faire, puis brusquement décidée, elle retourne à son centre, et par l'intermédiaire du fil conducteur, regagne son abri ; une minute encore se passe pendant laquelle l'abeille continue à se débattre puis, libérée enfin, s'enfuit. L'araignée n'a plus bougé de sa casemate de feuilles.

J'ai fait également des observations en sens inverse. Une mouche morte ayant été jetée dans la toile d'une *Cyclosa conina*, avec assez de violence que pour déclancher quelques vibrations initiales, l'araignée, dont l'attention avait été ainsi attirée, a opéré tous les mouvements de la capture, la différence de poids révélée par les tractions, ayant suffi à la propriétaire pour localiser la prise.

Il appert donc deux fois de plus que l'araignée n'est pas dominée par les vibrations mécaniques, mais que c'est elle qui les domine, qui s'en sert comme guide : l'initiative qu'elle prend d'imprimer des tractions à la toile quand la proie cesse de se remuer en donne une preuve de plus. Compte étant tenu de la myopie de l'araignée, deux seules raisons peuvent expliquer ces tractions : s'assurer qu'elle se trouve sur la bonne route ; savoir si c'est un être vivant qui est englué. Sans doute l'araignée pourrait simplifier le processus et, la proie une fois localisée, se diriger sans arrêt sur elle. Pourquoi ne le fait-elle pas? Je l'ignore. Serait-ce une simple application de la loi d'économie de la force? Je n'en crois rien, car, lorsqu'un objet sans valeur est pris dans la toile, l'araignée (certains sujets en tous cas), tôt ou tard, y revient et l'expulse. Elle pourrait, en continuant directement sa route, s'épargner la peine de revenir plus tard.

Concluons que c'est *en elle* que l'araignée trouve

Digitized by Google

ses raisons d'agir ; le *stimulus externe* n'est que l'élément qui tombe sous la perception de son appareil sensoriel et lui sert de guide.

***

La façon dont les proies sont maîtrisées subit des variantes dont le naturaliste déterministe sous-estime également le sens psychologique. J'ai étudié les faits sur l'Epeire diadème, la seule araignée orbiculaire de grande taille que je rencontre en quantité suffisante, dans mes environs, pour me livrer à des observations méthodiques. Mes expériences ont porté sur deux séries d'individus : les uns que j'avais laissés à l'endroit même où ils se trouvaient dans un vaste parc voisin de mon domicile ; les autres que j'avais transportés dans mon jardin, et qui, par le fait de mes nombreuses expériences, se trouvèrent être copieusement nourris. Dirai-je en outre que, depuis longtemps, j'étais fixé sur la façon de faire de ces araignées, et que ces expériences étaient entreprises par acquit de conscience, pour confirmer ma certitude.

Un fait se dégagea immédiatement de ces deux séries d'observations : les individus suralimentés se révélèrent prodigues de leur soie, enveloppant indistinctement et copieusement toute proie, si minime fût-elle, que je déposais sur la toile. C'était un vrai ruban qui sortait des filières de mes araignées avant même qu'elles fussent sur l'insecte que je leur avais servi.

Dans le parc, les choses n'allèrent pas ainsi. Quand l'araignée est pauvrement ou normalement nourrie elle ménage sa soie et ne s'en sert qu'à bon escient. Lorsqu'un inoffensif diptère se fait prendre, il est mordu directement, puis entouré de quelques fils, soit qu'il doive rester solidement fixé à la toile, soit que l'araignée veuille se l'attacher à la patte pour l'emporter à son gîte et le manger. Si c'est un Hyménoptère à aiguillon, il est enveloppé d'abord, puis mordu à la face dorsale. Il arrive que l'enroulement préalable est appliqué aussi aux diptères, mais, dans ce cas précis, c'est l'exception.

Tout comme la marche vers la proie, le transport au gîte subit des variantes. Parfois, l'araignée s'attache la proie à une des pattes postérieures, et parfois la porte dans ses crocs. Parfois, comme M. Rabaud l'a vu, les deux moyens sont employés au cours d'un seul transport. Pourquoi? Ma foi, je pense que l'animal agit ainsi pour les mêmes raisons que nous, quand nous changeons un paquet de main, ou que, fatigué de l'avoir dans les bras, nous le mettons sur notre épaule. Il y a là, à mon avis, une simple raison de commodité. *Anthropomorphisme* ! s'écriera-t-on. Peut-être. Quelle autre raison invoquer? Ici encore le stimulus externe n'est pour rien. Si un élément du milieu s'exerçait impérieusement sur l'araignée, elle ne saurait y échapper et agir de façons différentes dans des conditions identiques.

M. Rabaud a vu ces variantes mais il apprécie très mal le pourquoi de l'enveloppement préalable des Hyménoptères aculés :

« Au fond cette variante du comportement n'est pas très importante ; elle existe néanmoins et contribue à montrer la grande influence des conditions actuelles. Mais ces conditions actuelles ne sont pas celles que J.-H. Fabre indique et qui impliqueraient l'intervention active et presque une délibération de l'araignée — ou une connaissance innée, une prescience du « danger » suivant les proies. Or le « danger » n'intervient pas.

« Et d'ailleurs le danger n'est pas précisément là où volontiers on le rechercherait. Les chances pour qu'une Argiope reçoive un coup d'aiguillon sont extrêmement faibles du moins pour qu'elle reçoive un coup d'aiguillon effectif. J'ai assisté à un nombre considérable de captures d'abeilles ou de guêpes diverses et jamais je n'ai vu la proie blesser le prédateur. Certes il ne faut pas en exclure la possibilité, mais il faut admettre la réalisation comme dérivant d'une rencontre de circonstances extrêmement rares. Le « danger » n'est pas dans l'aiguillon, mais plutôt dans les mandibules qui peuvent saisir une patte de l'araignée et la maintenir. Quand le fait se produit — et je l'ai nettement observé deux fois — l'araignée est immédiatement paralysée. La paralysie n'est qu'une immobilisation réflexe passagère qui ne survit pas ou peu à la pression ; elle dure néanmoins autant qu'elle. J'ai vu notamment une Halicte maintenir une Argiope fasciée qui, parfaitement immobilisée, ne réagissait plus aux secousses de l'Hyménoptère. Celui-ci, se débattant sans lâcher prise, finit par se dégager de la toile ; desserrant alors son étreinte, il tomba sur le sol avant que l'Argiope ait repris mouvement. Pour elle, sans doute, l'incident n'est pas vraiment grave ; c'est celui qui peut se produire le plus fréquemment, puisque toute capture nécessite le contact des pattes avec la proie. »

J'ai observé dans cet ordre d'idées des faits typiques. Une des plus grosses Epeires diadèmes qu'il me fut permis de contempler fut vaincue, et en fort peu de temps, par une guêpe que j'avais enfermée avec elle dans un tube. La guêpe, par deux fois, piqua l'araignée au céphalothorax au moment où celle-ci s'apprêtait à mordre. Déjà moins alerte après la première piqûre, l'Epeire, après la seconde, recroquevilla progressivement les pattes suant de tout son corps une matière grasse, huileuse qui lui donnait un aspect brillant. Une heure après elle était tout à fait immobile, morte.

Digitized by Google

Une autre fois, j'avais déposé une guêpe dans la toile d'une Epeire diadème également de très forte taille. L'araignée, qui n'avait sans doute pas faim, s'en vint vers la prisonnière sans mettre aucune conviction dans l'attaque. La guêpe se débattait avec vigueur, et comme l'Epeire posait assez nonchalamment les pattes sur elle, sans déployer d'effort pour la faire tourner, elle en profita et de son aiguillon toucha la tête de l'araignée. Celle-ci, immédiatement, se laissa choir, déchirant sa toile sur plusieurs centimètres de longueur, puis resta quelques instants immobile, les pattes étendues. La guêpe cependant parvint à rompre ses attaches et s'envola.

L'araignée ne mourut pas des suites de la piqûre, mais un de ses chélicères resta paralysé. Elle vint encore deux ou trois fois, les jours suivants, aux proies que je lui donnais, mais, à peine en contact, elle retournait à son abri sans rien faire pour les capturer et restait indifférente aux subséquentes tractions que les mouches imprimaient à la toile; finalement elle ne bougea plus. Recueillie dans un bocal, elle y mourut une quinzaine de jours après sa mésaventure, sans avoir pondu les œufs dont son abdomen était bondé.

Lorsqu'on examine un Hyménoptère aux prises avec une Epeire, on constate qu'il sort à tout instant son dard, et fait de visibles efforts pour en toucher l'araignée. D'autre part, si on détache une abeille ou un bourdon de la toile avant qu'ils aient été mordus, on n'a aucune peine à se rendre compte que le dard agit, et vigoureusement, à travers le maillot de soie dont l'araignée l'a enveloppé. Et cependant, comme M. Rabaud le constate, il est excessivement rare que l'araignée soit vaincue au cours d'une lutte sur la toile.

Autre fait probant qui, avec beaucoup d'autres, a échappé à l'honorable professeur et que j'ai observé un très grand nombre de fois : alors que *les insectes inermes sont souvent mordus à la face ventrale, c'est toujours à la face dorsale, quand la chose est possible, que l'araignée mord un Hyménoptère, après l'avoir enveloppé.* Il ne peut en être autrement, car si elle mordait à la partie inférieure du corps, elle serait dans le champ d'action du dard. Sans cette précaution élémentaire, sa victoire serait souvent compromise.

Au cours d'observations consignées dans le *Bulletin et Annales de la Société entomologique de Belgique* (t. LXVII, p. 61 à 49), Verlaine, tout en défendant certaines interprétations d'Etienne Rabaud, reconnaît que le comportement de l'araignée n'est pas quelconque. Verlaine ne tient pas compte de certaines mises au point que j'ai publiées dans ma *Note complémentaire sur l'instinct et les aptitudes des araignées.* Néanmoins, force lui est de reconnaître que, l'enveloppement terminé, l'araignée « fait pivoter la guêpe jusqu'à ce qu'elle lui offre le dos, paraît hésiter avant de se décider à mordre et pique parfois successivement à divers endroits ». Il a nettement vu l'araignée « hésiter plusieurs fois devant la face ventrale du thorax, faire pivoter la proie et mordre au dos après quelques tentatives infructueuses ».

Dans cette étude, Verlaine écrit : « l'araignée ne connaît pas la guêpe à laquelle elle n'a qu'exceptionnellement l'occasion de livrer combat »; mais déclare dans ses conclusions que : « les araignées de taille moyenne se refusent presque toujours à attaquer les guêpes et se laissent choir au bout d'un fil lorsqu'elles se sont approchées d'elles » (j'ai décrit ce fait dans mon livre cité plus haut) et que « les grosses araignées hésitent souvent à leur livrer combat. » Ce sont là des conclusions qui découlent normalement des faits observés par moi d'abord, par Verlaine ensuite. Mais comment expliquer la fuite de la petite araignée devant la guêpe et l'hésitation de la grosse si elles ne connaissent pas le danger que présente la lutte avec cet insecte? Tous ces faits démontrent à l'évidence, au contraire, que le danger existe pour l'araignée, et que celle-ci n'y échappe que grâce à une attention soutenue; son comportement est dirigé comme si elle avait conscience des précautions à prendre pour y parer là où il est à craindre

Ajoutons, pour donner la preuve complète de la prescience, que si, au lieu d'une guêpe, on met une grosse mouche dans la toile d'une petite Epeire, celle-ci, reconnaissant peut-être son impuissance, ne poussera pas toujours l'attaque à fond, mais ne fuira pas en se laissant hâtivement choir, comme c'est le cas avec la guêpe. Parfois, elle vient jusqu'à la mouche, repart, revient. Parfois elle met tout en œuvre pour la capturer sans y réussir bien souvent. Jamais elle ne donne la preuve de peur manifeste qu'on constate en présence de l'irascible et dangereux Hyménoptère.

Comme le dit M. Rabaud, certaines araignées : *Tetragnatha extensa, Zilla X notata, Linyphia triangularis,* n'enveloppent jamais leurs proies; ce qu'il oublie c'est que ce sont là de petites espèces dont la toile ne saurait retenir un insecte de la taille d'une abeille ou d'une guêpe, et qui n'ont donc jamais à soutenir une lutte où les chances de victoire pourraient être balancées. Pas plus que les jeunes Epeires diadèmes, ces araignées n'attaquent une proie de trop forte taille. On peut dire que, chez ces espèces, l'enveloppement n'est pas en pratique, parce qu'il ne serait d'aucune utilité.

Le cas des Tégénaires est différent. Leurs toiles

Digitized by Google

sont conçues d'après un plan tout autre. C'est une sorte de plancher sur lequel les gros insectes circulent avec assez d'aisance, les fils qui sont tendus en dessus ne paraissent pas avoir une résistance ni une adhérence bien grande. Contrairement aux grandes Epeires, les Tégénaires n'enveloppent jamais leurs proies au cours de la lutte.

Il importe de tenir compte que les endroits où ces araignées s'établissent ne sont guère fréquentés par les Hyménoptères, grands amateurs de fleurs. C'est en effet dans le coin d'un vieux mur, sur un tronc d'arbre, autour d'une cavité qui leur sert de refuge, dans des greniers, dans des caves ou endroits plus ou moins semblables qu'elles construisent leurs pièges. C'est là en tous cas que se rencontrent les *Tegenaria domestica* et les *T. campestri*. D'autres, néanmoins, se trouvent communément sur les haies, dans les buissons, entre les racines émergeant de certains talus, et, dans ces conditions, elles sont exposées à se trouver aux prises avec des aculés.

Quand cette occurrence plutôt rare se présente, les petits sujets, je l'ai constaté à diverses reprises, ne poussent pas l'attaque à fond. Cela a été pour moi la cause de maintes déceptions enfantines. Espérant assister à une lutte épique, je jetais une abeille ou une guêpe, capturée avec mille précautions, dans la toile d'une Tégénaire. Le spectacle ne récompensait pas le risque de me faire piquer. L'araignée ne sortait de son trou que pour y rentrer sans avoir pris un seul contact avec l'ennemi.

Mes efforts ont été mieux récompensés dans ces temps derniers. J'ai pu assister, avec les Tégénaires, à des combats plus intéressants que ceux livrés par les Epeires, qui ont tôt fait d'immobiliser la proie en la ligotant. Ici, il n'y a guère que les gros bourdons qui déchirent avec aisance leurs entraves de soie, et se démènent en diable, donnant du fil à retordre — c'est le cas de le dire — à l'araignées La Tégénaire de grande taille ne fuit pas comme ses sœurs plus petites ; mais, la ressource de l'enveloppement lui faisant défaut, elle adopte un autre plan, que j'ai pu examiner de près sous globe. Elle saute brusquement sur la capture, mord et recule, et continue ce manège aussi longtemps que l'autre montre quelque vigueur. Les morsures sont infligées à la partie supérieure du corps, si bien que, si l'ennemi possède un dard, l'occasion lui manque pour s'en servir, pas plus qu'il ne sait faire usage de ses mandibules, le contact ne durant guère qu'une fraction de seconde.

Avec les Diptères et les petits insectes inermes, la Tégénaire y met moins de forme : parfois, elle fait une ou deux morsures d'essai, puis, la mouche continuant ou non à se débattre, elle la saisit dans ses crocs et l'entraîne. Si, avec une proie dangereuse les mouvements de l'araignée sont, *en partie*, déterminés par ceux de la proie, il n'en est pas du tout ainsi avec un Diptère, si vigoureux soit-il. Ici encore, le sans-gêne avec lequel la Tégénaire se conduit vis-à-vis des proies inoffensives ; les ruses, les précautions qu'elle déploie avec celles qui sont armées d'un poignard ou de vigoureuses mandibules, cette différence de tactique traduit la connaissance instinctive du danger où il existe, et des moyens d'y parer.

L'instinct des Thomises n'est pas moins parfait, à cet égard, que celui des autres araignées. Mais ce n'est pas en expérimentant dans un tube de verre qu'on peut s'en rendre compte. Les conditions sont faussées, et le plus grand impedimenta qui entrave la marche normale des événements consiste dans le fait que les griffes de l'araignée n'ont pas de prise sur le verre, ce qui l'empêche de prendre son élan. Pour que, dans ces conditions l'araignée en arrive quand même à réaliser son plan d'attaque instinctif, il faudrait une combinaison d'idées qu'on ne peut s'attendre à trouver chez elle. Pour apprécier la véritable nature de l'instinct, c'est dans les conditions naturelles qu'il faut en suivre les manifestations, c'est sur les fleurs qu'il faut observer la Thomise. J'ai eu l'occasion d'assister au drame avec deux sujets différents (ces araignées sont plutôt rares dans mes environs) et j'ai pu constater que Fabre dit vrai : les abeilles saisies à une place ou une autre sont mordues à la partie supérieure du thorax ; certains autres insectes sont mordus n'importe où.

Les observations de M. Rabaud lui-même, telles en tout cas qu'il les décrit dans sa susdite note, ne me paraissent pas contredire cette interprétation, bien qu'elles aient été faites dans un tube de verre. Je lis : « Une abeille mordue par une *Misumena vatia* à la partie *postérieure du thorax* et immédiatement lâchée, devient immobile en cinquante secondes. » Puis l'auteur parle de mouches mordues ici ou là. Nulle part il n'est question d'une abeille mordue ailleurs qu'au thorax. L'araignée a donc tenté, sans peut-être y réussir complètement, son coup habituel avec les abeilles.

Ajoutons que Fabre ne dit pas que la Thomise se nourrit *exclusivement* d'abeilles, mais bien : « la proie de *prédilection* est l'abeille domestique. » Ceci est tout différent. Quand on critique un auteur, la plus élémentaire honnêteté exige qu'on ne dénature pas sa pensée, mais qu'on la traduise avec les mots mêmes qu'il a employés. Le procédé contraire finit toujours par desservir celui qui en fait usage.

***

L'utilité du fil qui relie le refuge de l'araignée au

Digitized by Google

centre de la toile est, comme la question de l'instinct, âprement controversée par M. Rabaud qui est en désaccord avec la plupart si ce n'est pas avec tous ses prédécesseurs. Fabre y consacre un chapitre des *Souvenirs*, et l'appelle *le fil télégraphique*, désignation suffisamment suggestive. De même, aux dires de M. Rabaud, J.-P. Porter le considère comme un fil signal, et avance que l'araignée le tient par l'extrémité de l'une de ses pattes pendant qu'elle stationne dans son abri (1).

Je relève dans le catalogue des Arachnides de Belgique de Becker les mentions suivantes qui montrent que cet auteur a fait les mêmes constatations que Fabre et Porter :

Epeira quadrata, Clerck : l'araignée s'y tient (dans sa retraite) immobile pendant des heures entières, l'une de ses pattes posées sur le fil qui communique avec le centre de la toile ; elle sent ainsi les plus légères vibrations que le moindre moucheron lui imprime.

« *Epeira Umbratica*, Clerck : malgré sa taille assez grande, son corps plat, recouvert d'une peau rugueuse, lui permet de se glisser dans les interstices les plus étroits ; elle se tient là en embuscade, la patte posée sur un gros fil qui correspond avec sa toile. »

En présence des dénégations de M. Rabaud, il importe d'invoquer des témoignages, et tout particulièrement celui d'un auteur qui s'est contenté de décrire les araignées et leurs mœurs telles qu'il les a vues, sans chercher à pénétrer les mystères de l'instinct, et qui est étranger à la querelle qui nous occupe.

Malgré ces trois affirmations dont deux au moins sont de lui connues, M. Rabaud n'hésite pas à nier non seulement les interprétations, mais aussi les faits :

« C'est une simple illusion qui a pu faire dire aux observateurs que l'araignée maintenait l'une de ses pattes sur ce fil. L'araignée stationne les pattes étendues, sans qu'aucune affecte de rapport spécial avec l'un quelconque des fils qui s'attache à la feuille (celle qui sert de gîte) ; tous transmettent les vibrations à la feuille, et cela seul suffit pour mettre en branle l'araignée. »

Pourquoi cette contradiction entre M. Rabaud et tous les naturalistes (moi compris) qui ont observé avec persistance les us et coutumes des araignées? La raison nous en est donnée dans les quelques lignes ci-après :

« La question est alors de savoir si ces fils sont le seul lien qui réunisse la toile au gîte. Fabre répond nettement que oui, puisqu'il affirme que les ébranlements de la toile demeurent sans effet une fois sectionné le fil avertisseur : l'araignée resterait dans son gîte si fort que se débatte la proie. Pour ma part, je réponds nettement que non, car j'ai obtenu le résultat exactement contraire. *Sans doute j'ai opéré avec l'Epeire diadème et non, comme Fabre, avec l'Epeire angulaire ; mais cette question d'espèce me paraît accessoire en la circonstance, car la toile est construite, dans tous les cas, d'une manière très analogue.* »

Toute la controverse cependant est renfermée dans cette question d'espèces qui paraît accessoire à M. Rabaud. Ce dernier nous parle de l'Epeire diadème, dont le refuge est, en général, relié à la toile par plusieurs fils ; un de ceux-ci, celui qui aboutit au centre, est indépendant de tout le reste du système, alors que les autres, plus irréguliers, sont plutôt attachés à la périphérie. Fabre expérimente au contraire sur l'Epeire angulaire, sans avoir négligé d'étudier la toile des autres araignées. Tandis que chez la plupart la longueur du fil de passage « est d'une coudée en moyenne » il nous dit que : « L'Epeire angulaire, haut établie dans les arbres, m'en a montré de 2 à 3 mètres ».

Ainsi donc, la question d'espèces est primordiale. Les différences dans la construction, minime en apparence, ont une importance qui échappe à l'observateur trop superficiel, Suivant la topographie de l'endroit dont elle dispose, la toile de l'Epeire diadème elle-même réalise parfois les conditions observées par J.-H. Fabre avec l'Epeire angulaire. Il se fait que l'araignée ne trouve pas, tout à proximité de sa toile, un emplacement propice pour construire son refuge. Quand il en est ainsi, des cas différents se présentent, parfois l'araignée vient à sa toile, qui n'a pas alors de fil télégraphique spécial, par un des fils de la périphérie. Parfois aussi, le gîte n'est relié à la toile que par le fil de passage qui devient en même temps, comme pour d'autres espèces, le seul fil avertisseur. J'ai pu constater alors que, ce fil une fois coupé, l'araignée n'a plus connaissance des proies qui se font prendre (1).

(1) James, P. Porter, The habits, instincts and mental powers of spiders genera Argiope and Epeira (*The amer. journ. of Psychology*, 1906).

(1) Le point de vue que je défends ici n'est pas tout à fait exact. L'interprétation du texte d'Etienne Rabaud, combinée avec le hasard de mes premières observations, m'avait fait croire que l'Epeire diadème multiplie les attaches du nid au piège, et que l'Epeire angulaire n'en met qu'une : le fil télégraphique traditionnel. Les circonstances qui amènent la multiplicité des fils sont autres :

Quand une araignée construit un pièce à une place où elle est nouvellement établie, ou quand tous les vestiges de l'ancien ont disparu, on ne trouve en général que le fil entre le centre et la casemate. Par la suite, l'araignée laissant subsister des vestiges de ses anciennes toiles avant d'en construire des nouvelles, laisse trainer derrière un fil quand elle quitte ces débris et en déroule un nouveau lorsqu'elle les aborde pour recommencer la construction. C'est ainsi que se multiplient les vois d'accès. Ceci se vérifie probablement avec plusieurs espèces d'Epeires : l'angulaire aussi bien que le diadème, sur laquelle mes observations ont été faites (Voir mes études citées dans la bibliographie *Bull. Sté Ent. Belgique*).

Digitized by Google

Le fil télégraphique, il est vrai, n'est pas toujours indispensable ; il y a des araignées qui ne s'en servent pas. Fabre savait la chose aussi bien que M. Rabaud. J'ai précédemment cité, d'après lui, le cas de l'Epeire cratère qui se contente de se tenir en contact avec un fil faisant partie de la rosace supportant les gluaux. Il n'en est pas moins vrai que, dans le cas qu'il étudie, l'interprétation de l'auteur des *Souvenirs entomologiques* est rigoureusement exacte.

Ici encore la question se pose : pourquoi une araignée tient-elle son refuge écarté de la toile? pourquoi une autre l'y réunit-elle par un fil spécial et une autre par un rayon prolongé? Ne pourraient-elles toutes s'y prendre de la même açon? Evidemment oui. Pourquoi alors ces différences? Maintenant comme tantôt, une seule réponse est possible : l'instinct de l'une est différent de l'instinct de l'autre.

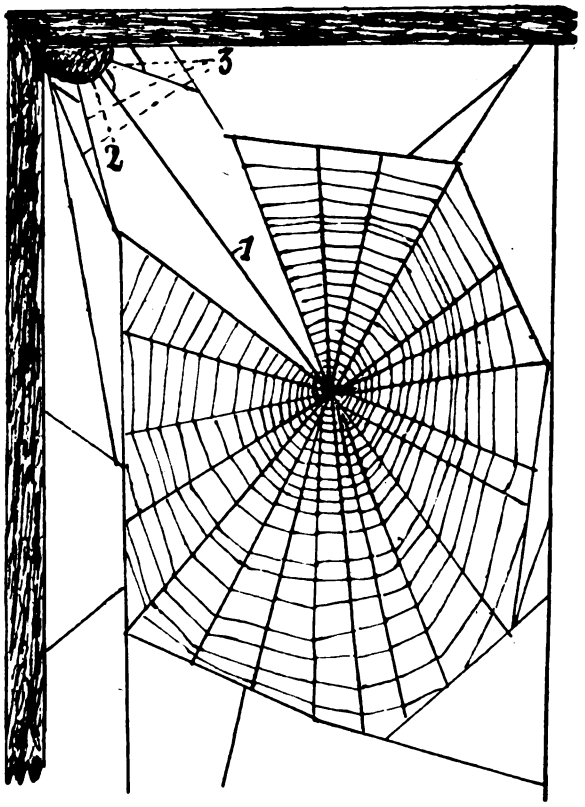
Un dernier point reste à résoudre : celui de savoir si l'instinct de l'araignée intervient dans la pose du fil, ou si c'est fortuitement qu'il se trouve posé là, par la force des choses. A en croire M. Rabaud, c'est cette dernière conclusion qui serait la bonne :

« La raison de l'existence de ce fil réside dans la position que prend l'Epeire par rapport à la toile qu'elle vient de construire. Le plus ordinairement elle stationne à la périphérie de cette toile, dans une cavité formée par la réunion fortuite de quelques feuilles. Cette position n'a rien de nécessaire car, suivant le cas, la même Epeire sfationne au centre de la toile ou dans le gîte périphérique.

« Ce point acquis il faut se souvenir qu'une araignée quelconque déroule toujours, en marchant, un fil derrière elle. Tout se passe comme si la sécrétion résultait de la marche même, aussi bien chez les espèces qui tendent une toile que chez celles qui n'en tendent pas. Les Epeires ne font pas exception. Aussi, quand elles regagnent les feuilles, le fil qui se déroule se trouve-t-il tout naturellement tendu entre ces feuilles et le centre de cette toile. »

Ici encore, la conclusion provient d'une observation incomplète. Tout d'abord, la réunion des feuilles formant la cavité où loge l'araignée n'est pas fortuite. C'est l'Epeire qui, elle-même, réunit ces feuilles au moyen de quelques fils.

Mais là n'est pas la question. Il s'agit de savoir si quelque chose comme une volonté intervient dans la pose du fil. M. Rabaud affirme nettement que non, si l'on en croit le passage reproduit plus haut. Pour ma part, je réponds nettement que oui.



Toile de *Zilla X. notata* montrant :
1, le fil télégraphique ; 2, le refuge de l'araignée ; 3, les fils accessoires réunissant le refuge à la toile.
Cette toile se distingue de celles des autres Epeires et Argiopides par le vide que l'araignée laisse dans le haut, entre deux rayons.
(Dessin de M. C. Remy, d'après nature).

La preuve m'en a été donnée par la petite *Zilla X notata*. Cette araignée m'a paru avoir les sens particulièrement affinés. Or, voulant un jour essayer sur l'une d'elles le truc de Fabre, je coupe le fil télégraphique et m'éloigne pour capturer une mouche. Quand, une minute après, je revins, le fil était rétabli.

Étonné, je lâche la mouche pour reprendre mes ciseaux et m'éloigne pour capturer une autre proie. Une minute à peine me suffit. Quand je reviens, le fil télégraphique était à nouveau rétabli.

En y regardant de près, je n'eus aucune peine à constater qu'une des pattes de l'araignée était posée sur le fil. Il était d'ailleurs clair que l'araignée était descendue de son abri pour refaire le fil, et non pas pour capturer une proie, vu que la toile était tout à fait indemne. Voulant en avoir le cœur net, je recommence l'expérience avec un autre sujet, mieux visible dans sa retraite. A l'instant où son télégraphe est coupé, je vois ma Zilla qui, ne sentant plus la tension du fil, agite désespérément ses pattes dans le vide, puis descend sur son piège, applique au centre le nouveau fil qui se déroule derrière elle et par le pont ainsi rétabli, regagne son abri.

De même quand on dépose une mouche dans la toile d'une *Zilla X. notata* dont le fil vient d'être coupé,

Digitized by Google

l'araignée survient, rétablit son pont, et bien qu'elle prenne contact d'abord avec la périphérie de la toile, c'est au centre qu'elle le fixe. Il arrive dans ce cas que le fil ne soit pas rétabli exactement au centre de convergence des rayons. Cela provient de ce que l'attention de l'araignée est surtout fixée sur la proie vers laquelle elle se hâte, et non sur la pose du fil. A noter que certains sujets ne s'aperçoivent pas aussi rapidement de la rupture du fil ou ne mettent pas toujours la même célérité à le réparer, par suite sans doute de sens moins affinés, et peut-être du moment de la journée choisi pour l'expérience.

De nombreuses observations sur l'Epeire diadème m'ont également montré que cette araignée aussi dans certaines circonstances, répare son fil quand, on le lui coupe, et prend même des dispositifs spéciaux pour obvier aux difficultés que la réparation présente, quand on multiplie coup sur coup les ruptures.

Tous ces faits convergent nettement pour établir que le fil en question n'est pas un simple chemin de passage, se trouvant là par la force des choses, mais aussi un fil avertisseur, un véritable fil télégraphique comme Fabre l'a justement dénommé. Parfois, suppléant peut-être à sa rupture, un système accessoire masque sa véritable utilité et le but dans lequel l'araignée le pose. L'observation minutieuse, en outre, montre que le hasard n'intervient pas seul, que tout ne se fait pas par la force des choses et que la volonté de l'araignée, ce qui, en tous cas chez elle en tient lieu, entre en ligne de compte, a sa petite part dans la direction des événements. L'instinct merveilleux de l'animal au sens finaliste du mot n'est pas tout à fait le mythe que certains veulent nous faire croire. Mais pour s'en rendre compte il faut regarder de près et noter jusqu'aux plus minutieux détails.

Les expériences déterministes infirmeraient-elles cette conclusion? C'est ce que je me propose d'examiner dans une prochaine étude.

BIBLIOGRAPHIE

Léon BECKER : Catalogue des araignées de Belgique. *Ann. du Mus. Royal d'hist. nat. de Bruxelles*, t. X et XII.

J.-H. FABRE : *Souvenirs entomologiques*, vol. IX. Chap. IX : Le fil télégraphique ; chap. X : Géométrie de la toile.

Étienne RABAUD : Recherches expérimentales sur le comportement de diverses araignées (*Ann. psych.*, t. XXII, p. 21 à 57).

Maurice THOMAS : *Jean-Henri Fabre et la science, Réponse à Etienne Rabaud* (avec une contribution personnelle à l'étude de l'instinct). Livre II, chap. III. Les araignées et le stimulus externe (1 vol. Lamertin, Brux., 1926.) La Préscience et les araignées. *Les Nat. belges*, 1926, janvier et février. — Note sur l'Instinct et les aptitudes des araignées (*Ibid.*, septembre-octobre 1926). — Note complémentaire sur l'instinct et les aptitudes des araignées (*Ibid.*, décembre 1926, janvier 1927). — Observation sur *Epeira sclopetaria* Clerc. *Bull. et Ann. de la Soc. ent. de Belg.*, t. XLVII). — L'instinct chez les araignées (*Ibid.*, t. LXVII, p. 185 à 199 — 210 à 224 — 227 à 239.

Louis VERLAINE : L'Epeire diadème et les Hyménoptères vulnérants (*Ibid.*, t. LXVII, pp. 61 à 70).

Digitized by Google

Une science nouvelle : la Carbonurgie

Les Procédés de synthèse des dérivés du charbon

PAR

L. de CHAUMONT

Ingénieur civil des Mines.

La carbonurgie proprement dite, c'est-à-dire l'ensemble des moyens mis en œuvre pour tirer le meilleur parti possible du charbon, peut actuellement se subdiviser en deux grands groupes, d'orientation bien distinctes :

1° *Groupe de destruction ou d'utilisation directe*, comprenant :

a. La *combustion directe*, dont le but est surtout la production de vapeur. C'est un mode inférieur d'utilisation, dans lequel tous les constituants du charbon sont brûlés sans récupération possible des sous-produits et dont les progrès très réels réalisés depuis la première chaudière monotubulaire à vaporisation instantanée de Pierre Revon (1813) n'ont pas su, néanmoins, en atténuer la brutalité ;

b. La *gazéification directe*, qui constitue une amélioration en ce sens que les calories sont mieux utilisées, la récupération des produits condensables (benzol, cyanogène, ammoniaque...) possible et l'utilisation des combustibles inférieurs économiquement réalisable ;

c. La *carbonisation à basse température*, susceptible de devenir intéressante dès que son industrialisation sera possible. Son but est d'obtenir, d'une part, du semi-coke ou « smokeless fuel », et, d'autre part, des prégoudrons d'où l'on tirerait des huiles moyennes et des hydrocarbures analogues aux pétroles naturels en transformant les produits phénoliques par craquage.

2° *Groupe des procédés de synthèse* visant surtout la production d'ammoniaque synthétique et de carburants de remplacement.

Nous nous bornerons ici à résumer les grandes caractéristiques des procédés de synthèse, ceux-ci étant particulièrement riches d'avenir.

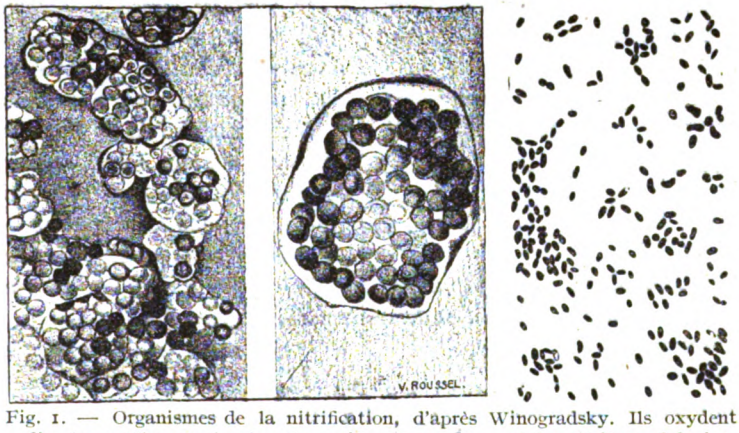


Fig. 1. — Organismes de la nitrification, d'après Winogradsky. Ils oxydent directement l'ammoniac du sol en acide nitreux donnant des nitrites qui deviendront nitrates. Ils produisent donc à froid, et sans pression, mais très lentement, grâce à des ferments diastasiques qu'ils secrètent et qui sont des catalyseurs, la transformation de l'ammoniac en acide azotique que la grande industrie cherche à réaliser.

A, ferment nitreux de Zurich, zooglées cultivées en milieux liquides ; B, la même zooglée à enveloppe gélatineuse épaisse ; C, nitrobactérie de Quito, culture en milieu liquide. Ces trois figures ont été dessinées avec un grossissement de 1 500.

I. — Ammoniaque synthétique.

L'azote est l'élément essentiel des êtres vivants ; il est à la base de la vie des individus et des nations.

La production de l'azote combiné va toujours grandissant ; elle est passée de 315 000 tonnes en 1900 à 875 000 en 1924.

80 p. 100 de l'azote sont consommés par l'agriculture, 15 par la fabrication des explosifs, 5 par celle de la soude Solvay.

L'ammoniaque, sous forme de sel ammoniac ou chlorhydrate d'ammonium, est connue de toute antiquité. En Egypte, on l'extrayait de la suie provenant de la combustion de la fiente de chameaux. Un alchimiste arabe du VIII[e] siècle la soutirait des urines putréfiées. En fait, l'industrie des sels ammo-

Digitized by Google

niacaux ne date guère que de trois quarts de siècle.

Les nitrates de soude naturels ou « caliche » du nord du Chili et dont le gisement se trouve situé dans la zone sans pluie définie par la cuvette limitée par la Cordillère de la Côte et la Grande Cordillère, ont été jusqu'ici les principaux fourriers de l'azote. Leur exploitation a surtout été intensifiée depuis que les Chiliens se sont emparés des gisements à la suite de la guerre de 1880-82 entre le Chili et le Pérou (1). Il s'agit là d'une richesse limitée en voie d'épuisement.

Sur les indications du Comptoir français de l'azote, les consommations des principaux engrais azotés, en France, comptés en tonnes d'azote ont été de :

	Azote du sulfate d'ammoniaque.	Azote de la cyanamide.	Azote des nitrates chiliens.
1913	19 000	2 000	47 000
1926	62 000	9 000	28 000

La régression des nitrates chiliens est très nette. Ils accusent une baisse de moitié en treize ans dans les importations en France.

Les principales sources de l'ammoniaque sont, en dehors des nitrates naturels :

Les combustibles fossiles ;

Les déchets industriels (os, corne, vinasses de betterave, déchets de laine...) ;

Les eaux vannes.

Seuls les combustibles fossiles nous intéressent ici.

La récolte de l'ammoniaque contenue dans les gaz de distillation de la houille dans les cokeries ne donne guère plus de 10 kilogrammes de sulfate à la tonne de charbon traité. C'est là une source insuffisante pour satisfaire nos besoins énormes en azote.

Il a donc fallu chercher ailleurs un appoint et tout naturellement l'on a pensé à utiliser l'énorme réserve d'azote atmosphérique.

Trois directions principales ont été suivies :

1° *Fabrication d'azotures métalliques* ou procédé des nitrures de Serpek, en liaison avec la fabrication de l'aluminium ;

2° *Fabrication de la cyanamide calcique* (Frank, 1905). A l'azote s'ajoute un autre engrais intéressant, la chaux. Mais il n'est pas certain que les composés cyanogés susceptibles de se former ne soient pas un poison pour les plantes ;

3° *Synthèse directe de l'ammoniaque.* — La réaction : azote + hydrogène = ammoniaque, est une réaction réversible et paresseuse ; il faut l'activer par un agent accélérateur approprié.

Vers 1906, Haber et Van Oordt l'ont réalisée en utilisant comme agent accélérateur ou catalyseur le fer réduit, puis l'osmium, puis l'uranium. Ils opéraient sous 200 atmosphères à 550°. Le gros écueil était la fabrication onéreuse de l'hydrogène pur.

La guerre a accéléré les recherches — en Allemagne principalement — et les travaux de la Badische Anilin und Soda Fabrik ont mis au point un procédé de synthèse industrielle.

***

Le problème de l'ammoniaque synthétique est triple :

1° Chercher les supports de l'azote ;

2° Se procurer l'hydrogène ;

3° Réaliser la combinaison de l'azote et de l'hydrogène.

1° SUPPORT DE L'AZOTE. — Les supports actuellement utilisés constituent un point faible : ils ne contiennent qu'une faible quantité de matière utile, c'est-à-dire d'azote pour un poids déterminé de matière. C'est ainsi que le sulfate d'ammoniaque ne contient que le cinquième d'azote

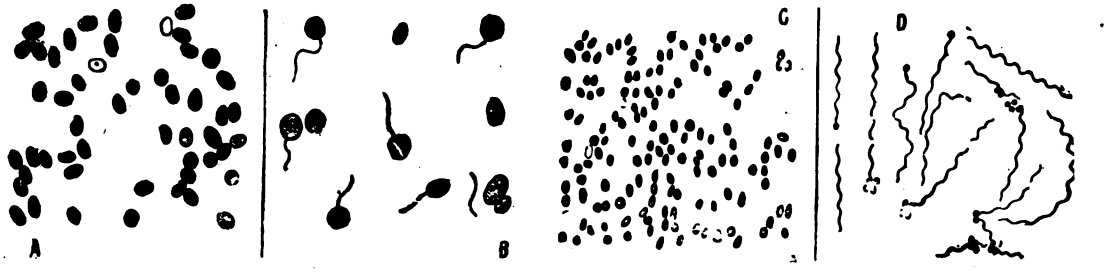


Fig. 2. — Quelques formes de microbes oxydant l'azote de l'air dans le sol.
A, ferment nitreux de Zurich, culture en solution minérale ; B, le même, à l'état mobile ; C, ferment nitreux de Kazan, cultivé en solution minérale ; D, ferment nitreux de Java, cellules isolées et groupes mobiles. Ce dernier est grossi 750 fois, les autres 1 500.

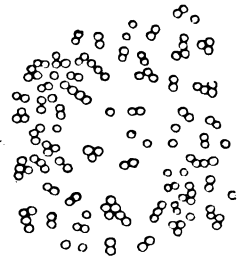


Fig. 3. — Ferment nitreux de Gennevilliers, cultivé sur de la silice gélatineuse, grossi 1 500 fois.

(1) Voir la *Question des nitrates* par R. LARGENTIÈRE, dans le n° de septembre 1927, p. 407-415.

Digitized by Google

en poids. Or, le phosphate d'ammoniaque ou le phosphate double d'ammonium et de potassium apparaît comme un support bien supérieur au sulfate. Il constituerait un engrais concentré de premier ordre, puisque son support serait lui-même un engrais. En France, nous avons consommé en 1925 :

100 000 tonnes d'azote ;

300 000 tonnes d'anhydride phosphorique P^2O^5 sous forme de superphosphates.

Le phosphate d'ammoniaque, qui contient deux parties d'azote pour trois d'anhydride phosphorique, paraît donc tout indiqué. Malheureusement cet engrais riche en azote serait évidemment plus cher que le sulfate, et les difficultés d'écoulement, malgré les diminutions de frais de transport de matière utile, seraient considérables. Ces difficultés se trouveraient augmentées encore du fait que la fabrication du phosphate se heurterait à d'importantes questions d'intérêt. La substitution au sulfate porterait, en effet, un coup mortel à l'industrie de l'acide sulfurique. Quand, vers 1867, le jeune comptable belge Solvay a réussi à mettre au point — grâce à la récupération de l'ammoniaque du sel ammoniac — les fameuses découvertes de Fresnel, c'est-à-dire quand il a su fabriquer industriellement sa soude à l'ammoniaque, le procédé Leblanc basé sur l'emploi de l'acide sulfurique s'est trouvé à peu près supplanté. L'industrie de l'acide sulfurique a failli sombrer, et c'est précisément le sulfate d'ammoniaque qui l'a sauvée. Par l'emploi généralisé du phosphate, nul doute que l'industrie de l'acide sulfurique subirait une crise grave et verrait une deuxième fois sa prospérité compromise.

2° SOURCES D'HYDROGÈNE. — C'est là qu'apparaît le lien étroit qui lie la fabrication de l'ammoniaque synthétique à la houille.

Le charbon est, en effet, le seul minerai industriel de l'hydrogène.

L'hydrogène représente la principale dépense de fabrication, plus des deux tiers.

Il faut près de 2m³,5 d'hydrogène par kilogramme d'ammoniaque synthétique; aussi peut-on dire que la synthèse industrielle de l'ammoniaque se réduit au problème de l'hydrogène.

Les principales sources d'hydrogène sont :

a. *L'hydrogène électrolytique* ;

b. *Le gaz à l'eau* ;

c. *Le gaz de fours à coke.*

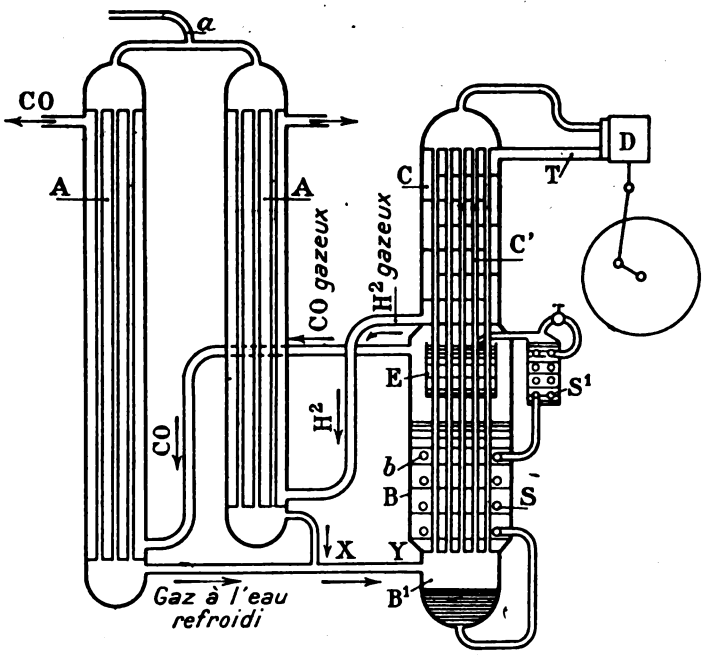


Fig. 4. — Schéma du procédé Georges Claude.

La première source n'est guère à retenir ; elle est trop coûteuse. Toutefois un effort est fait actuellement en vue de fabriquer l'hydrogène électrolytique en améliorant du même coup le coefficient d'utilisation des usines électriques par une marche continue à pleine charge, l'hydrogène étant produit pendant les heures creuses.

La deuxième source repose sur le fait que la vapeur d'eau passant sur du charbon ou du coke au rouge donne, grâce à la dissociation de l'oxyde de carbone en présence de catalyseurs appropriés, de l'anhydride carbonique et de l'hydrogène. En éliminant l'anhydride carbonique, il reste de l'hydrogène.

Par le procédé Haber, exploité par la Badische Anilin aux usines de Toulouse, l'on prépare les deux gaz, azote et hydrogène, en partant de gaz à l'air et de gaz à l'eau. CO et CO^2 sont éliminés et leurs traces supprimées par lavage sous pression avec une solution de formiate de cuivre et de soude caustique. M. G. Claude se servait également, au début du moins, de gaz à l'eau dont il éliminait l'oxyde de carbone par liquéfaction. 1 000 mètres cubes de gaz à l'eau donnent environ 450 mètres cubes d'hydrogène.

Les gaz de fours à coke demeurent la source principale d'hydrogène. Ils renferment 50 à 55 p. 100 d'hydrogène, soit une production de près de 150 mètres cubes d'hydrogène (environ 13 kilogrammes) par tonne de charbon distillé.

Digitized by Google

L'extraction de l'hydrogène des gaz de fours à coke se fait :

Soit *chimiquement*, en faisant passer les gaz sur de l'oxyde de fer. Ce dernier est réduit par l'hydrogène et l'on obtient du fer divisé sur lequel on fait passer de la vapeur d'eau. C'est la répétition de la réaction classique de Lavoisier.

L'hydrogène ainsi obtenu est pur.

Soit *physiquement* (M. Claude), par liquéfaction partielle des gaz préalablement débenzolés sous 25-30 atmosphères, suivie de distillation fractionnée qui permet de séparer toute une série de constituants. L'opération est faite à — 190° (l'hydrogène se liquéfie seulement à — 250°). Les gaz sont ensuite débarrassés du benzol résiduaire, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène sulfuré, des hydrocarbures lourds, puis ils sont décarbonatés. Un appareil de séparation force l'abandon de l'eau et des produits condensables tels que l'éthylène et ses homologues, et l'hydrogène est finalement dirigé vers un gazomètre (procédé utilisé aux mines de Béthune).

REMARQUE. — L'azote nécessaire à la réaction de synthèse est quelquefois tiré de l'air liquide (Linde), mais plus généralement, l'on aspire (usines de Terni) en même temps que l'hydrogène une certaine quantité d'air dont l'oxygène est brûlé par une fraction d'hydrogène. Il reste un mélange d'hydrogène, d'azote, d'oxyde de carbone. Ce dernier est un catalyseur négatif, c'est-à-dire un poison pour les catalyseurs utiles ; il doit être éliminé. La purification consiste à le transformer en méthane et en eau.

Le gaz résiduaire riche en méthane sert au chauffage des fours à coke. L'élimination de l'hydrogène, gaz médiocre au point de vue calorifique, correspond donc à une valorisation du gaz déshydrogéné, dont le pouvoir calorifique atteint parfois 6 000 calories par mètre cube.

3° RÉALISATIONS DE LA SYNTHÈSE. — a. *Procédé Claude.* — Des hypercompresseurs amènent l'hydrogène et l'azote sous 900 à 1 000 atmosphères. Le mélange passe dans un tube purificateur qui transforme CO en méthane et eau, puis dans des tubes catalyseurs disposés en série. L'opération se fait à 500°. Dans ces conditions l'équilibre de la réaction réversible correspond à une plus forte proportion d'ammoniaque (25 p. 100).

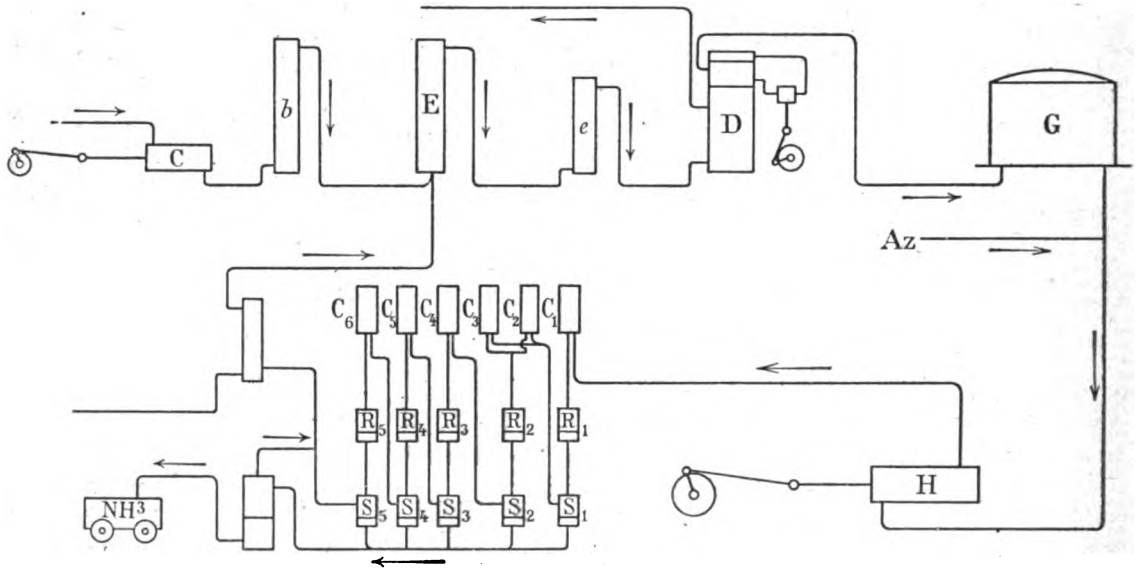


Fig. 5. — Schéma du procédé Georges Claude.
C, compresseur ; *b*, E, *e*, absorbeurs ; D, détendeur ; G, gazomètre ; H, compresseur ; C, C, C, catalyseurs.

Les sous-produits principaux sont : le benzène, l'anhydride carbonique qui sert à fabriquer du carbonate de soude, l'éthylène que l'on transforme en alcool synthétique par oxydation.

L'on compte 3 chevaux-heures par tonne d'ammoniaque.

b. *Procédé Haber.*

c. *Procédé Cazale* caractérisé par l'emploi d'hydrogène impur. Les traces de CO, CO^2, H^2S cessent d'être des catalyseurs négatifs à condition d'additionner le gaz impur, d'ammoniaque en excès avant catalyse. Il se forme ainsi des combinaisons stables qui empêchent les impuretés de nuire.

RÉSULTATS. — La quantité de sels ammoniacaux synthétiques susceptibles d'être fabriqués avec les gaz de fours à coke est environ 12 fois supérieure à celle fournie par l'ammoniaque propre contenue dans ces gaz.

Digitized by Google

REMARQUE. — A titre de curiosité nous citerons le procédé Burkheiser et Walter Feld dont le but est de s'affranchir de l'acide sulfurique pour la fabrication du sulfate en utilisant l'hydrogène sulfuré des gaz.

II. — Carburants de remplacement.

Ils se subdivisent en deux grandes classes : les alcools et les hydrocarbures légers.

1° ALCOOLS SYNTHÉTIQUES. — Berthelot, dont le centenaire de la naissance a été célébré cette année avec tout l'éclat qu'il convient, peut être appelé à juste titre « le Père de la synthèse ». Bien avant lui, quelques synthèses avaient été obtenues, mais c'est à lui que l'on doit les premières synthèses de composés carbonés. Depuis, le nombre des corps reproduits par synthèse est considérable ; le procédé ne porte encore que sur les cristalloïdes ou produits morts, ou de désassimilation, et tous les essais faits jusqu'ici sur les colloïdes ont échoué.

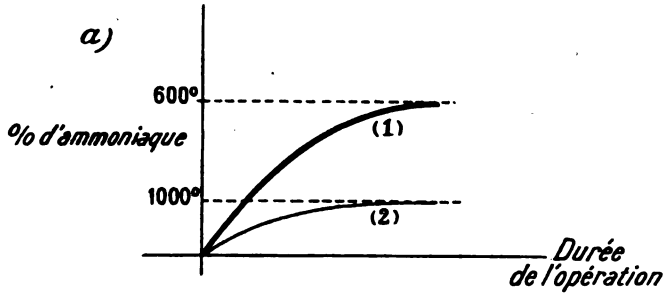


Fig. 6. — Variation du pourcentage de l'ammoniac produit avec la durée de l'opération.

Marcelin Berthelot a réalisé, au laboratoire, la synthèse de l'alcool ordinaire en partant de l'éthylène, de l'alcool méthylique à partir du grisou, de l'alcool propylique.

Aujourd'hui, la fabrication industrielle de l'alcool synthétique est sur le point d'être réalisée.

Le problème consiste à unir l'oxyde de carbone à l'hydrogène dans des proportions convenables.

Nous allons décrire succinctement les principaux procédés actuellement employés.

a. *Alcools obtenus à partir des gaz de fours à coke.* — *Procédé à l'éthylène.* — Nous avons vu précédemment au sujet de la fabrication de l'ammoniaque synthétique, que l'hydrogène nécessaire à la réaction pouvait être obtenu par la liquéfaction partielle des gaz de fours à coke, suivie d'une distillation fractionnée. Au cours de cette distillation, l'on recueille de l'éthylène, à peu près 2 p. 100 des gaz traités; et c'est par *oxydation* de l'éthylène que l'on prépare l'alcool cherché (Berthelot).

La fixation de l'éthylène est assurée par l'acide sulfurique concentré. L'on saponifie ensuite l'acide sulfovinique ainsi formé par l'ammoniaque. L'on obtient environ 5 kilogrammes d'alcool éthylique absolu à 100°, dont on peut se servir pour constituer de l'alcool carburé par mélange avec du benzol.

Procédé Doisy-Damien : il est basé sur l'emploi du chlorure du cuivre comme catalyseur.

b. *Alcools obtenus à partir de l'acétylène.* — Procédé employé pendant la guerre, mais aujourd'hui abandonné à cause du prix de revient élevé ;

c. *Alcools obtenus en partant de l'oxyde de carbone : hydrogénation de l'oxyde de carbone.* — Les gazogènes s'annoncent comme de futurs auxiliaires de premier ordre pour la fabrication des alcools synthétiques.

Premier Procédé Fischer et Tropsch. — Le gaz à l'eau est traité à 400° sous 100 atmosphères en présence d'un catalyseur fait de copeaux de fer imprégnés d'alcali. L'on obtient par ce procédé du formène et des produits liquides à base d'hydrocarbures et de dérivés oxygénés, mélange d'alcools, d'aldéhydes et de cétones, appelé « synthol ».

Procédé Patart. — M. Patart a réalisé la synthèse de l'alcool méthylique ou « méthanol », en partant d'un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone comprimé à 300 atmosphères. Il opère à 300° avec un catalyseur fait soit de zinc et de cuivre associés à de l'oxyde de zinc, soit de chromates, de manganates.

Afin de ne pas trop diminuer la pression utile des gaz de la rédaction, ce qui nuirait au rendement, il faut éviter la présence d'une trop forte quantité de gaz inertes ou ralentisseurs (CO^2, CH^4, Az) dans le mélange initial ; de sorte qu'il est préférable d'opérer avec un gaz à l'eau de coke plutôt que de houille.

En fait, M. Patart, dont le brevet qui date de 1922 appartient à la Badische Anilin, vise l'obtention de produits organiques oxygénés tels que les alcools supérieurs, aldéhydes, cétones, de la série aliphatique avec leurs dérivés.

D'après l'inventeur, les charbons bitumineux pourraient fournir jusqu'à 400 kilogrammes d'alcool méthylique à la tonne !

Procédé Audibert, de la « Société nationale de recherches sur le traitement des combustibles » et dont le laboratoire est à Villers-Saint-Paul,

C'est un procédé analogue à celui de Franz Fischer et Tropsch. Tous ces procédés sont basés sur l'hydrogénation de l'oxyde de carbone, sous pression et à une température voisine de 300°, en présence d'un cata-

Digitized by Google

lyseur. L'oxyde de carbone que l'on craignait jusqu'ici, à cause de sa nocivité, va peut-être devenir un gaz industriel de grand avenir. Aucun de ces procédés n'est encore entré dans la phase industrielle. Nous en sommes à la période de tâtonnement, et les sources principales de l'alcool restent toujours les fermentations obtenues en partant des substances sucrées (betteraves...), amylacées (saccharification des céréales...) et cellulosiques (lessives de papeterie...)

D'ailleurs, l'alcool-moteur n'est bon carburant que s'il est associé à l'essence. C'est un combustible inférieur (4 500 calories au kilogramme) qui exige une forte compression; de plus, il est très sensible à l'auto-allumage à cause de son bas point d'ébullition (65°); enfin sa miscibilité à l'eau peut être une source de danger.

Pour toutes ces raisons, l'on peut dire que l'alcool synthétique ou non est un carburant inférieur dont le développement restera douteux tant que les pétroles naturels se trouveront en abondance suffisante sur le marché.

REMARQUE. — La plupart de ces procédés, sinon tous, sont basés sur des phénomènes catalytiques. En biochimie comme en chimie minérale, l'on fait un usage de plus en plus grand des catalyseurs : les catalyseurs biochimiques ou diastases sont des ferments colloïdaux de nature albuminoïdique, telle est par exemple la zymase qui transforme le sucre en alcool; en chimie minérale, ce sont également des sortes de ferments minéraux tels que les métaux divisés pour les hydrogénations ou les oxydes pour les oxydations. Avant les travaux de Sabatier et Senderens les seuls agents accélérateurs connus étaient la pression et la température.

Le mode d'action des catalyseurs n'est pas encore éclairci. L'on pense qu'il s'agit de phénomènes de surface, d'adsorption, favorisés par l'état divisé de ces corps, sortes de ponces métallisées. En fait, l'on n'en sait rien et entre les composés initiaux et finaux, il y a place pour des produits intermédiaires sur lesquels nous ignorons tout. Et de même que l'opium fait dormir en vertu de ses propriétés dormitives, le catalyseur catalyse jusqu'ici en vertu de sa force catalysante.

Les catalyseurs ont leurs ennemis : certains corps (chlore, brome...), sont pour eux des poisons qui ralentissent leur activité, peut-être par suite de la formation d'une pellicule stable et isolante.

Fig. 7. — *Clostridium Pastorianum* à l'état jeune (d'après Winogradsky).

Fig. 8. — Le même, avec ses spores à capsules caractéristiques.

Ce microbe, anaérobie, vivant en symbiose avec deux autres bacilles, absorbe l'azote existant dans l'air qui circule dans le sol et le fixe directement en combinaisons organiques assimilables par les plantes.

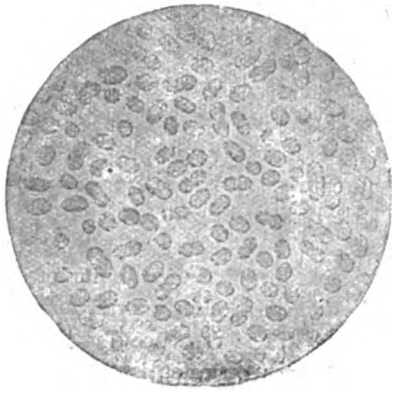


Fig. 9. — Un autre microbe fixateur d'azote dans le sol : l'*Azotobacter chroococcum* (d'après Beijerinck). Grossi 1 000 fois.

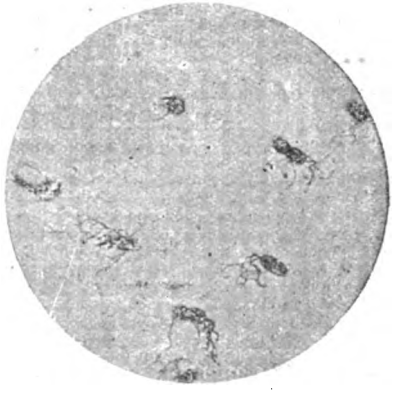


Fig. 10. — Un autre bacille fixateur d'azote atmosphérique : *Azotobacter agilios*, grossi 1 000 fois (d'après Zettnox et Beijerinck).

2° PÉTROLES SYNTHÉTIQUES. — Les pétroles américains sont analogues aux hydrocarbures forméniques, ceux du Caucase aux hydrocarbures pseudo-oléfiniques (carbures éthyléniques à chaîne fermée ou cyclique), enfin ceux des autres régions (Roumanie, Galicie...), sont un mélange des deux premiers.

Or, Berthelot par sa « méthode universelle d'hydrogénation » (appelée « universelle » parce qu'elle permet de transformer en carbures d'hydrogène tous les composés organiques, depuis les carbures éthyléniques quasi saturés jusqu'aux carbures pyrogénés les plus riches en carbone, depuis les amides jusqu'au cyanogène) avait, en partant de la houille, obtenu

Digitized by Google

par le processus hydrogénant des huiles pétroliformes. Il se servait de l'action réductrice de l'acide iodhydrique à 270°, 100 parties d'hydracide pour une partie de houille. L'hydrogène nécessaire était donc obtenu par dissociation de l'acide iodhydrique. Cette hydrogénation de la houille ne pouvait avoir aucune suite industrielle à cause du coût élevé de l'hydracide employé. Par contre, elle a permis à Berthelot d'ériger la théorie de la formation du pétrole, la « théorie du contact » d'après laquelle la combinaison du carbone et de l'hydrogène aurait été réalisée par l'action de l'eau sur les carbures métalliques du noyau central. Théorie aujourd'hui abandonnée et remplacée par la théorie volcanique guère plus probante, puis par la théorie organique...

Nous verrons tout à l'heure les efforts faits au cours de ces dernières années pour industrialiser des procédés de synthèse basés sur les expériences de Berthelot.

Un hydrocarbure léger renferme une proportion d'hydrogène rapportée au poids de carbone plus élevée qu'un hydrocarbure lourd.

Or, ce que nous cherchons c'est la production d'hydrocarbures, légers ou carburants.

Il découle de là deux procédés susceptibles de résoudre la question des carburants de remplacement.

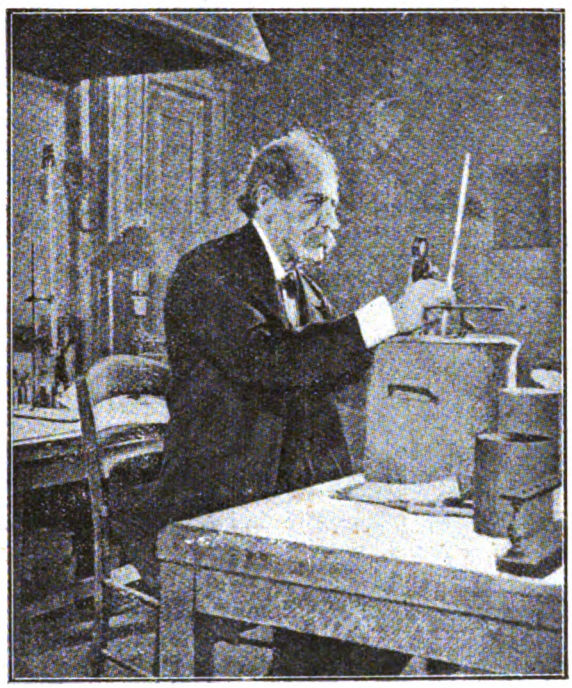


Fig. 11. — Marcelin Berthelot.

1° Scinder, briser ou craquer un mélange d'hydrocarbures non saturés, à plusieurs liaisons en deux parts, l'une faite d'hydrocarbures plus lourds et l'autre d'hydrocarbures plus légers que le mélange initial. C'est la méthode du *craquage simple*.

2° Hydrogéner des composés carbonés tels que houille, lignite, oxyde de carbone. C'est la méthode de l'*hydrogénation* ou *craquage hydrogénant*.

a. *Craquage simple* (to crack, craquer). — Si des hydrocarbures lourds, c'est-à-dire à poids moléculaire élevé, sont soumis à une brusque élévation de température, ils subissent vers 600° une rupture de leur chaîne en tronçons plus ou moins courts et donnent naissance à une certaine quantité d'hydrocarbures de poids moléculaire plus faible. Vers 800°, l'on a des hydrocarbures hydro-aromatiques, puis aromatiques, avec dégagement d'hydrogène. Il s'effectue une sorte d'ébranlement de l'orifice moléculaire.

La présence des hydrocarbures les plus lourds et du coke de craquage font que le rendement de l'opération est très inférieur à l'unité ; en d'autres termes, le craquage simple ou décomposition pyrogénée sous cette forme simpliste est d'un rendement en essence assez médiocre et est accompagné de décomposition de produits indésirables. Il est possible d'améliorer ce rendement en s'opposant à la déshydratation d'une fraction des hydrocarbures, par l'emploi d'un catalyseur tel que le chlorure d'aluminium (procédé Pictet, en Suisse, et Mac Afée, aux Etats-Unis).

En somme, si le craquage, connu depuis 1860 (travaux de Young et Sillemann), est depuis longtemps employé pour les pétroles américains, il n'apparaît pas encore comme un procédé bien au point quand il s'agit des hydrocarbures ; car, en dehors des questions de rendement, s'il est facile de rompre la chaîne linéaire ou ramifiée des carbures acycliques de la série aliphatique pour faire apparaître les oléfines, il n'en est pas de même pour les hydro-aromatiques dont la scission reste très difficile à réaliser.

D'autre part, la réaction du craquage est réversible, et les hydrocarbures légers formés peuvent, en partie tout au moins, reconstituer des hydrocarbures lourds par polymérisation, de sorte que l'essence obtenue est de qualité inférieure à cause des composés instables qu'elle renferme.

C'est pour améliorer le rendement en quantité et en qualité que l'on a essayé de faire du craquage hydrogénant.

b. *Hydrogénation ou craquage hydrogénant.* — *Premier Procédé du Dr Bergius* (usines de Rheinau, près de Mannheim). — Si l'on arrive à fixer de l'hydrogène sur un hydrocarbure à poids moléculaire élevé, l'on obtiendra du même coup un hydrocarbure plus léger, c'est-à-dire un carburant.

Le Dr Bergius avait déjà cherché dès 1912 à amé-

Digitized by Google

liorer le craquage pyrogéné en opérant sous pression. Il partait d'hydrocarbures lourds qu'il hydrogénait à l'aide d'hydrogène comprimé à 200 atmosphères, pendant la pyrogénation. C'est un peu la répétition de la « méthode universelle d'hydrogénation » de Berthelot, avec cette différence que l'activité de l'hydrogène naissant provenant de la dissociation de l'acide iodhydrique est ici remplacée par la compression.

Ce processus hydrogénant est mal connu ; peut-être y a-t-il formation d'hydrures instables dont la décompositon donnerait de l'hydrogène atomique. Certains savants pensent, au contraire, que cette soi-disante « hydrogénation » pourrait n'être peut-être qu'une « décarbonisation » des hydrocarbures par enlèvement des molécules de carbone sous l'action de l'hydrogène.

Quoi qu'il en soit, ce procédé, vieux de quinze ans, n'est pas encore exploité industriellement et, si des résultats d'essais intéressants ont été enregistrés, c'est parce qu'ils portaient sur certains corps chimiquement définis, parfaitement purs, traités avec de l'hydrogène également pur. Par contre, l'hydrogénation des mélanges complexes d'hydrocarbures n'a pas encore donné de résultats satisfaisants et le craquage simple des huiles brutes de pétrole en vue d'améliorer leur rendement en carburants est encore le seul procédé industriellement employé.

D'ailleurs, la question de savoir s'il est souhaitable de voir réussir et se développer la fabrication des huiles légères en partant des huiles lourdes reste controversée. Les huiles lourdes ont en effet des débouchés intéressants avec les moteurs Diesel et semi-Diesel, et, le côté économique mis à part, cette transformation ne ferait que déplacer le problème, puisqu'il faudrait chercher autre chose pour remplacer les huiles lourdes.

Par contre, le procédé apparaîtrait plus nettement favorable s'il parvenait industriellement à valoriser certains corps, tels que la naphtaline...

Procédé Fischer et Schrader. — L'on sait que pour rendre la semi-distillation intéressante, il est de toute nécessité de valoriser le prégoudron désessencié, en transformant les produits phénoliques en carburants.

Les phénols, dont le goudron primaire est 20 fois plus riche que le goudron haute température, peut être transformé en un mélange de carbures aromatiques et gras par hydrogénation avec de l'hydrogène naissant en présence de fer étamé comme catalyseur. Les produits phénoliques donnent ainsi du benzol, du cyclohexanol, des essences minérales. L'opération se fait à 800°, à la *pression atmosphérique*, car si elle avait lieu sous pression, il y aurait formation de composés oxygénés (alcools...) ainsi que nous l'avons indiqué au chapitre des alcools synthétiques (1er procédé Fischer et Tropsch).

L'hydrogène employé doit être débarrassé de ses impuretés sulfureuses.

Procédé Prud'homme-Houdry (usine de Beauchamp, Oise). — Ce procédé vise l'hydrogénation des *lignites*. Le lignite est chauffé à 600° ; il donne un semi-coke. L'opération de gazéification est conduite de façon à ce que le goudron ne se condense pas, mais reste à l'état gazeux. L'on obtient ainsi un goudron naissant dont les vapeurs désulfurées passent sur un catalyseur en présence de gaz à l'eau riche en hydrogène et oxyde de carbone. Il y a fixation de l'hydrogène du gaz à l'eau et formation d'hydrocarbures légers.

D'après les inventeurs du procédé, l'on recueillerait par tonne de lignite 40 à 50 litres d'essence légère pour automobile et 30 à 40 litres de fuel oil pour Diesel. Le rendement en carburants pourrait être encore augmenté en craquant le fuel oil.

2° *Procédé Fischer et Tropsch.* — Il est basé sur l'hydrogénation de l'oxyde de carbone à pression *ordinaire* et vers 300°. L'opération a lieu à la pression ordinaire et non à pression élevée comme dans le cas de la fabrication du synthol (1er procédé Fischer-Tropsch). Le catalyseur est à base de ruthénium. Par cette méthode, il a été possible de fabriquer avec un peu de méthane des quantités intéressantes d'hydrocarbures légers homologues du méthane et analogue aux pétroles de Pensylvanie. C'est le *gazol*.

Par repassages successifs des gaz sur le catalyseur, l'on serait arrivé à fabriquer 100 grammes d'hydrocarbures tant solides que liquides par mètre cube de gaz à l'air traité. Il n'est pas nécessaire pour obtenir ce résultat d'opérer sur du gaz à l'eau pur, le gaz à l'eau industriel peut convenir à condition qu'il ait été désulfuré.

2° *Procédé Bergius* ou *liquéfaction de la houille.* — Bergius avait tout d'abord, au début de ses travaux d'hydrogénation, essayé de traiter directement la houille, mais devant les difficultés rencontrées, il s'était retourné vers le traitement des hydrocarbures liquides. C'est seulement après avoir obtenu quelques succès relatifs (1er procédé de Bergius) qu'il a repris l'étude de la liquéfaction de la houille, problème autrement plus complexe que l'hydrogénation des huiles lourdes, et qui est de même nature que le procédé Prud'homme, véritable *liquéfaction des lignites*.

Bergius chauffe pendant quinze heures du poussier en suspension dans un diluant (de l'huile). La pâte est portée à 400° dans une atmosphère d'hydrogène sous 250 kg/cm². Température et pression varient évidemment avec la nature du charbon

Digitized by Google

traité. Si la température est trop faible, la liquéfaction est lente; si elle est trop élevée, il y a cokéfaction. Dans cette opération, le charbon absorbe une quantité importante d'hydrogène et donne naissance à un liquide visqueux de composition analogue à celle du pétrole brut.

L'hydrogène utilisé n'a pas besoin d'être pur; un mélange gazeux à 80 p. 100 d'hydrogène convient; l'on peut même se contenter des gaz de fours à coke recueillis au cours de la phase finale de carbonisation. Il faut à peu près un poids d'hydrogène égal à 8 p. 100 de celui du charbon traité.

A part les anthracites, tous les charbons peuvent être liquéfiés par ce procédé. Toutefois le soufre du charbon étant un élément gênant, Bergius l'élimine au moyen d'oxydes de fer, de calcium... Aux dires de l'inventeur, l'on obtiendrait par tonne de charbon :

150 kilogrammes de gazoline pour automobile;

200 kilogrammes d'huiles moyennes avec produits phénoliques;

et un résidu d'hydrocarbures lourds analogues à du brai qu'une deuxième hydrogénation pourrait transformer en huiles de graissage et de chauffage.

En fait, la « berginisation » de la houille est loin d'être au point. L'on se heurte à d'importantes difficultés, savoir :

1° Empêcher l'hydrogène comprimé et chaud de traverser les parois de l'appareil par exosmose;

2° Opérer dans un intervalle de températures très resserré;

3° Assurer une marche continue.

Il s'agit là d'une opération fort complexe sur laquelle l'accord de principe n'est pas fait. Certains pensent même que cette prétendue hydrogénation serait plutôt une production de goudron sous l'effet de la pression. Or, il n'en est rien, car le remplacement de l'hydrogène par l'azote ne donne rien. Il se peut que l'hydrogénation de la houille soit le résultat d'un fractionnement moléculaire.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que la calorie-huile produite par la liquéfaction coûte trois fois plus cher que la calorie-houille et que, de plus, le procédé n'est guère sorti de la période d'essais. Cela ne veut pas dire qu'il faille lui apporter aucun crédit, et le procédé est encore trop jeune pour être jugé. N'a-t-il pas fallu plus d'un quart de siècle pour mettre au point la question de l'azote et un siècle pour tirer parti des goudrons de houille!

III. — Conclusions générales

Résumé dans ses grandes lignes, l'ensemble des problèmes actuels se présente comme suit :

Combustibles : richesses encore considérables dans es pays d'Amérique, d'Asie; appauvrissement relatif de l'Europe; appauvrissement marqué pour la France.

Engrais azotés : extinction prochaine des gîtes naturels.

Carburants : fléchissement presque imminent des sources de pétroles et consommation tous les jours plus intense.

Le problème des engrais est résolu et la fabrication de l'ammoniaque synthétique est aujourd'hui une opération courante parfaitement au point. Nous avons donc tout apaisement de ce côté.

La question des carburants de remplacement est entrée dans une phase active et riche d'avenir. La mise au point nécessaire pour franchir le seuil du laboratoire n'est pas encore réalisée, mais on la sent toute proche. Et les quelques lustres qui nous séparent de la disette des produits naturels nous permettront, à coup sûr, de trouver la solution pratique du pétrole synthétique.

Engrais et carburants vont renaître grâce au minerai incomparable qu'est le charbon. Tant que l'homme disposera d'une matière première aussi généreuse, il saura où puiser pour combler les déficits. Fabriquer des produits de synthèse, de l'ammoniaque, des alcools, du pétrole... c'est une question de temps, de persévérance, d'argent, de concurrence commerciale, rien de plus.

Il en sera tout autrement quand, dans quelques siècles, il s'agira cette fois de trouver un charbon de remplacement! L'homme peut transformer de l'énergie en une autre, il n'est pas en son pouvoir d'en créer.

Il ne peut pas être question d'un retour en arrière, il est difficile de modérer l'accélération de nos besoins, l'homme ne saurait plus vivre sans automobiles, sans avions, sans confort; le moteur à essence, en particulier, lui est aujourd'hui presque aussi indispensable que ses hardes, aussi continuera-t-il de puiser à grands coups dans la tirelire si précieuse que le soleil a garni dans les siècles passés.

Devons-nous toutefois rester passifs et laisser dilapider un tel trésor?

Devons-nous sous prétexte de luttes économiques nous faire les complices de ceux qui saccagent les mailles du vieux bas de laine pour mieux y puiser tout à leur aise en abandonnant des gîtes peu rémunérateurs, en gaspillant l'énergie sous toutes ses formes?

Nous savons que des efforts admirables sont faits pour utiliser l'énergie solaire actuelle qui représente pour ainsi dire l'intérêt du capital-houille : forces hydrauliques, forces des marées, forces des vents... Certains chercheurs préconisent d'autre part la fabrication des carburants de remplacement sans

Digitized by Google

passer par la houille ; c'est M. Mailhe en partant des glycérides, M. Lefranc en saccharifiant la sciure de bois (kétol), mais tout cela réuni ne peut satisfaire qu'une petite partie de nos besoins.

Le charbon reste et restera le grand pourvoyeur d'énergie.

Prolonger la vie du charbon, reculer la date de sa disparition, cela peut sembler quelque peu chimérique parce que de longs siècles passeront avant son épuisement complet, il n'en est pas moins vrai que c'est pour nous un devoir de prévoyance et de sagesse envers les générations futures.

La question des carburants a fait naître de grands groupements de recherche : « The Fuel Research Station » pour l'Angleterre, l' « Institut Kaiser-Wilhlem de Mülheim-an-Ruhr » pour l'Allemagne, la « Société nationale de recherches sur les combustibles » pour la France. Tout récemment encore, en mars dernier, les houillères françaises ont constitué une Société « Carburants et Produits de synthèse ».

Nous souhaiterions voir se constituer de même des groupements ayant pour objet l'économie et la meilleure utilisation du charbon.

Le problème a un aspect mondial. Il exige une véritable mobilisation des intelligences, une réaction contre l'individualisme, plus de communion d'idées, plus de cohésion, plus d'humanité. C'est un peu ce qu'exprimait le Dr J. Hirsch dans sa conférence faite à Paris le 10 décembre dernier, quand il faisait allusion à une « Rationalisation » élargie au delà des frontières. Il s'agit d'un vaste programme comprenant non seulement l'amélioration de rendement des calories-charbon, et le développement de l'utilisation des forces présentes : chutes d'eau, marée..., mais aussi l'ennoblissement des combustibles inférieurs, des lignites ou « brown coals », des déchets de toutes sortes, en un mot, la valorisation de la « houille grise », parent pauvre jusqu'ici à peu près délaissé.

Et ainsi se trouverait prolongé le beau règne de l' « ambre noire » des anciens, magnifique cadeau que la nature a fait à l'homme, mère gigogne d'énergie sous toutes ses formes : chaleur, lumière, explosifs, engrais, pharmacopée, matières colorantes... et demain carburant, né d'un baiser ardent du soleil donné aux végétaux sous le voile chlorophyllien.

Depuis ses humbles débuts, dus au forgeron Hullos de Plainceaux, la houille a gouverné la vie économique. Plaise aux hommes de bonne volonté de faire en sorte que ne s'arrête pas trop tôt la longue liste de bienfaits que le minerai noir prodigue à l'humanité !

Digitized by Google

Le XI^e Salon de l'Aéronautique

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur des Arts et Métiers.

On a coutume depuis quelques années d'essayer de qualifier les différents Salons industriels et particulièrement ceux de l'automobile et de l'aéronautique.

Le XI^e Salon de l'Aéronautique qui vient de fermer ses portes n'avait, contrairement à ses devanciers, groupé sous les voûtes du Grand-Palais que des modèles ayant amplement fait leurs preuves.

C'est, nous le croyons, sa principale caractéristique. Il est dommage que les constructeurs nord-américains ne puissent logiquement participer à une manifestation qui ne peut être pour eux qu'une source de dépenses aussi élevées qu'inutiles. Car si l'on avait pu réunir les appareils de Byrd et de Lindberg à côté de celui de Costes et Le Brix, du Junker type *Bremen*, des hydravions *Savoia* type de Pinedo, père de l'appareil de Ferrarin recordman du monde de distance, de la maquette du Fokker de Chamberlain qui garnissaient une partie des différents stands, le XI^e Salon aurait représenté véritablement l'aéronautique mondiale. Nous allons examiner rapidement les progrès réalisés depuis l'année dernière.

Les cellules.

Le monoplan cette année est roi ; on trouve certes encore bon nombre de biplans, particulièrement dans les grands appareils, mais le temps de la suprématie du multiplan semble bien passé.

Les monoplans sont nets, mécaniques, avec leurs ailes épaisses formant poutre résistante pouvant, dans les mieux étudiés, se passer de mâts ou de ı ı ı

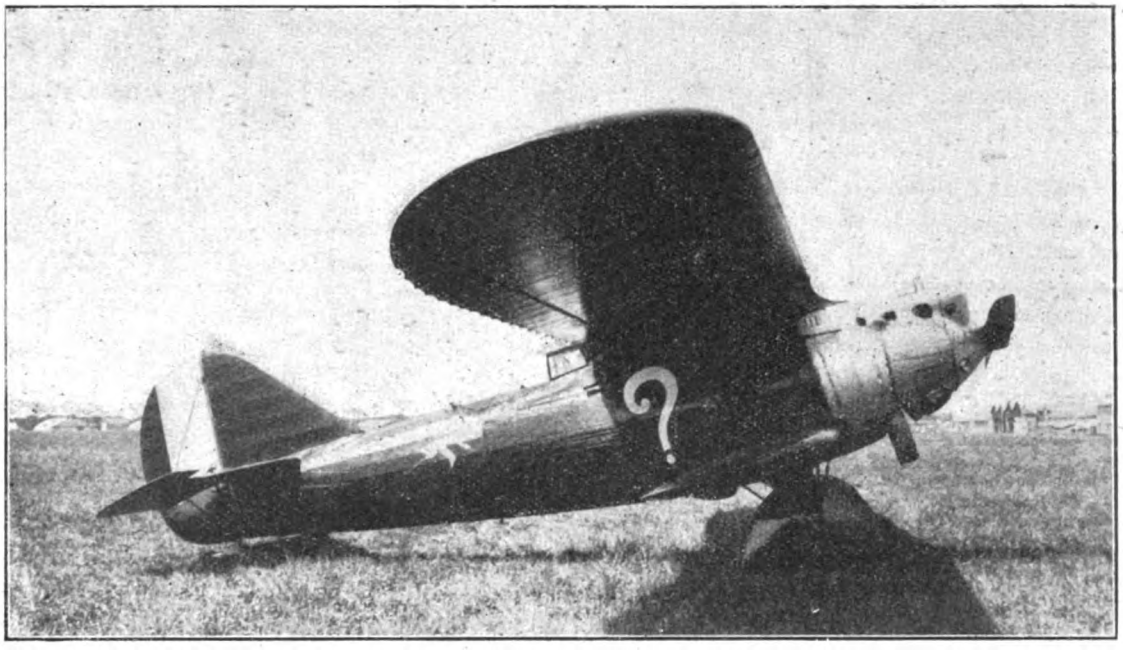


Fig. 1. — L'avion Fréguet bidon de Costes 1928.

bans. A côté du grand hydravion *Savoia* de de Pinedo, qui, répétons-le, n'a subi que de légères modifications pour conduire Ferrarin et del Prète aux records du monde de durée et de distance, nous croyons nécessaire de signaler la très jolie maquette de l'*Arc-en-ciel* de Couzinet.

Ces deux cellules ont beaucoup de points communs, l'aile est disposée sensiblement à la même place, mais la voilure du Couzinet semble encore plus fine, plus étudiée. La forme de la queue montre en effet qu'aucun détail n'a été négligé, et il est presque incroyable qu'un tel appareil ait pu être conçu par un tout jeune ingénieur frais sorti des Arts et Métiers et de l'École Supérieure d'Aéronautique.

Digitized by Google

Les ailes se font de plus en plus droites, profondes, montrant que l'on s'achemine chaque jour un peu plus vers la finesse maximum.

Les biplans ne sont pas remarquables, et certains même sont restés complètement fidèles à la technique d'il y a dix ans sans progresser aucunement.

Peu à dire sur l'empennage, qui paraît se cristalliser. Les ailerons, par contre, tendent à occuper toute la longueur du plan et c'est, ma foi, assez normal.

Le bois a, cette année, pour ainsi dire, complètement disparu et la construction métallique est maintenant la reine incontestée de l'industrie aéronautique. Peu de fer dans les appareils français, mais surtout des alliages légers à base d'aluminium. En qui concerne la voilure proprement dite, la toile, le contreplaqué et la tôle d'aluminium se partagent les faveurs des constructeurs. La toile tient encore la tête et de loin, mais ses deux concurrents gagnent chaque année un terrain appréciable.

Les moteurs.

On a, là aussi, progressé très sérieusement et le plus étonnant peut-être des moteurs actuels est bien le 1 000 CV Fiat du *M-51* détenant le record de vitesse qui ne pèse que 400 kilogrammes. Moins d'un demi-kilogramme au cheval, il est difficile de s'imaginer combien d'heures de dessinateurs peut représenter un pareil résultat, et il ne doit y avoir dans ce moteur pas un boulon, pas un axe qui n'ait été calculé de nombreuses fois pour essayer de gagner quelques grammes. Il est bien certain qu'il ne s'agit encore que d'un moteur destiné à un exploit sportif et que l'on ne pourrait dès à présent songer à s'en servir sur des appareils commerciaux. Mais il n'en reste pas moins que le fait existe et que l'on ne sera pas long à y arriver d'une façon vraiment pratique. De toute façon la presque totalité des moteurs descend maintenant au-dessous du kilogramme au cheval.

Refroidissement à air ou à eau, moteurs en étoile, ou plusieurs groupes en lignes.

Nous avions signalé l'année dernière la vogue croissante du moteur en étoile à refroidissement à air. Il paraît cette année avoir franchement gagné la bataille et il est tout à fait caractéristique de voir qu'Hispano, qui était et reste le champion incontesté du moteur à eau dérivé du moteur d'automobile, s'est fait concéder la licence de fabrication du Wright qui, on s'en souvient, équipait les appareils américains vainqueurs de l'Atlantique.

Parmi les moteurs en étoile, aucun ne peut, tout au moins en Europe, songer à disputer la première place au 500 CV Jupiter construit en France par les établissements Gnome et Rhône. On trouve naturellement d'autres types, particulièrement des Salmson, mais en nombre infiniment moins grand. A propos de cette maison, il nous paraît intéressant de signaler, qu'elle est, pour ses types de fortes puissances, restée fidèle au refroidissement à eau.

Que dire des moteurs dérivés du type automobile? Le moteur en ligne a en France complètement disparu, il n'avait d'ailleurs jamais eu beaucoup de succès chez nous. Les Italiens et Fiat en particulier qui, cependant paraissaient y tenir, l'ont aussi franchement abandonné. Seuls, les Allemands lui sont fidèles, peut-être parce qu'il équipa une grosse partie de leurs avions de guerre et qu'il est toujours difficile de faire disparaître une méthode que l'habitude a consacrée. Plusieurs de leurs appareils du Salon avaient des B. M. W. en ligne. Il est bien certain que ce type de moteur ne répond plus aux exigences actuelles de l'aviation. Il est difficile en effet d'avoir plus de six cylindres sur une seule ligne, et demander 300 ou 400 CV à six cylindres oblige à leur donner des dimensions anormales. On a ainsi un moteur dur, aussi peu souple que possible, robuste peut-être, mais presque toujours mal équilibré et qui devient dangereux dès qu'un cylindre donne mal.

On en vient donc à peu près partout au moteur en V ou, pour les puissances plus élevées, en W, à 12 cylindres pour le premier et 18 pour le second.

Quant au moteur rotatif, qui eut un si grand succès, nous ne pensons pas que l'on ait pu en voir un seul à ce dernier Salon.

Monomoteur ou multimoteur.

La lutte entre les partisans des deux écoles continue avec des alternatives d'avance et de recul. Lindberg et Costes avaient des monomoteurs, Byrd et Ferrarin des multimoteurs.

Il est évident qu'avec plusieurs moteurs une panne conserve toujours à l'appareil une partie de ses moyens de propulsion. Encore faut-il qu'il puisse se maintenir avec un moteur en moins. Et là est le danger du multimoteur. Evidemment, à l'origine, on peut créer un appareil avec l'idée bien arrêtée de conserver, par exemple, un moteur sur trois pour pallier à une défaillance de l'un des deux autres. Mais par la suite, on sera généralement tenté d'augmenter la charge jusqu'à utiliser la puissance totale des trois moteurs. On ne sera alors pas plus avancé qu'avec un monomoteur, moins même, puisque l'on aura trois chances de pannes contre une.

Quoi qu'il en soit, il semble cependant que l'avenir appartienne au multimoteur utilisé d'une façon normale et rationnelle.

Digitized by Google

A ce dernier Salon les deux tendances restent sensiblement à égalité.

La commande de l'hélice.

Après la guerre et les ennuis qu'ont connus la majorité de ceux qui ont eu l'occasion d'approcher les moteurs 220 CV démultipliés sortis par Hispano on ne pensait pas que ce genre de commande de l'hélice enaîtrait. Il a bien fallu pourtant y revenir car une hélice qui dépasse 1 500 tours par minute a un rendement défectueux et risque de ne pouvoir résister. Et d'un autre côté on ne pouvait songer à conserver une aussi faible vitesse au moteur. On était, en effet, arrivé à la limite de la compression et l'amélioration du rendement et surtout la diminution du poids ne pouvaient plus être obtenues que par une vitesse plus grande.

On était donc dans une impasse, on en sortit en cherchant un réducteur plus sérieux que le simple train d'engrenages droits que l'on avait employé précédemment. Le réducteur Waseige-Farman adopté tant en France qu'à l'étranger sur la plupart des moteurs à réducteurs ressemble beaucoup à un différentiel d'automobile. Il est robuste et donne, jusqu'à ce jour, pleine satisfaction.

La commande de l'hélice par démultiplicateur a en outre l'avantage de situer l'axe de celle-ci à une hauteur plus grande par rapport au sol. Cet avantage est loin dêtre négligeable, car il permet d'avoir un appareil plus ramassé et par conséquent beaucoup plus stable au départ et à l'atterrissage.

Farman a également obtenu le même résultat par une autre méthode. Il a tout simplement situé son arbre vilebrequin au-dessus des cylindres en renversant son moteur. Il a fallu naturellement empêcher à l'huile du carter de se répandre dans les cylindres. On y est arrivé en faisant déborder les cylindres au delà de leur logement.

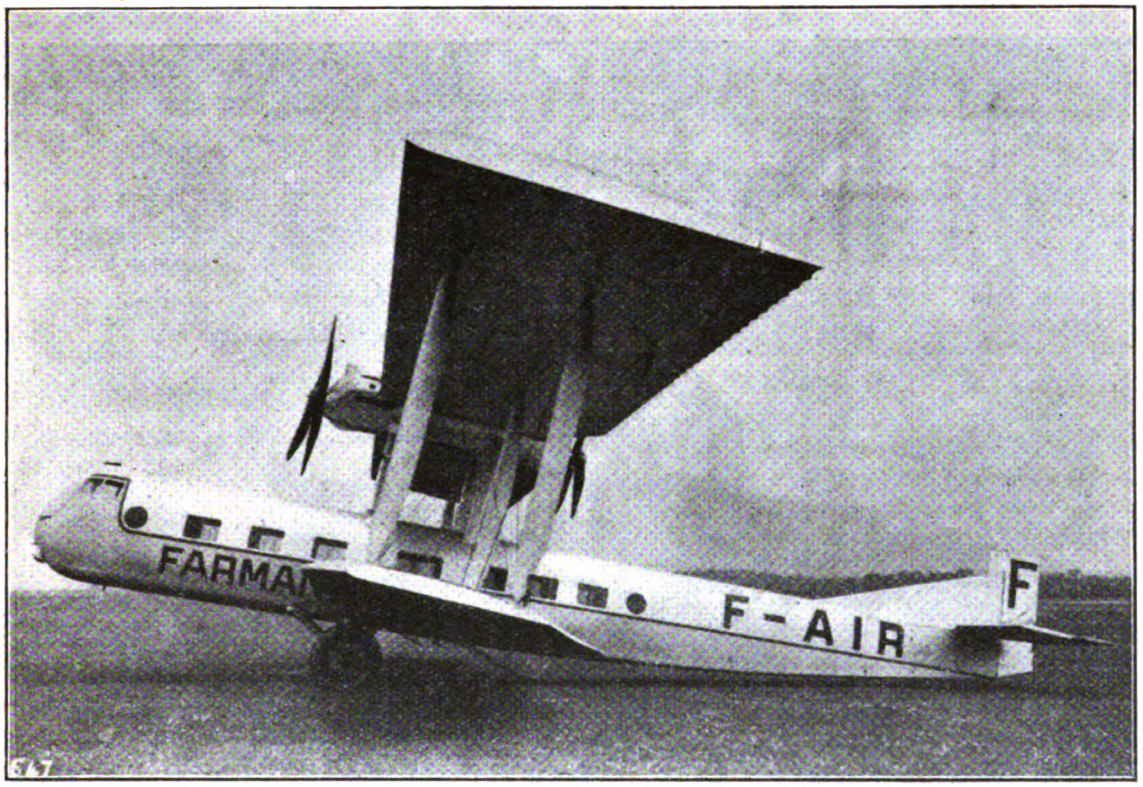


Fig. 2. — Avion bimoteur Farman F. tandem 180.

Quoi qu'il en soit, la majorité des hélices sont encore commandées directement, mais la démultiplication a, cette année, gagné un terrain appréciable.

Les hélices.

Sur les appareils français, l'hélice Levasseur en alférium a considérablement progressé depuis l'année dernière. Il n'en est pas ainsi sur les appareils étrangers présentés au Salon qui restent en majorité équipés avec des hélices en bois. Les hélices à deux pales sont encore la presque généralité. Far-

Digitized by Google

man cependant équipe son *F-180* de transport avec deux hélices à quatre pales. Blériot continue à exposer son hélice à pas variable, mais sans apparence de succès.

Les trains d'atterrissage.

Il y a peu de choses nouvelles dans les trains d'atterrissage des appareils présentés. On s'est contenté d'améliorer les solutions précédentes. Les trains sont larges, robustes, le moins haut possible, étudiés aussi bien pour résister aux chocs latéraux que verticaux. Ils sont souvent fuselés et certains appareils, comme le *Couzinet* en particulier, cachent leurs roues sous un carter offrant à l'avancement la résistance minimum. Les amortisseurs mécaniques sont rares, quelques appareils ont des amortisseurs pneumatiques situés le long des montants. Mais le sandow reste le plus employé ; il n'est naturellement plus apparent et constitue fréquemment la partie élastique d'un amortisseur rationnel placé également à l'intérieur d un large montant en duralumin ou métal analogue.

Les roues élastiques, dont nous avons déjà parlé l'année dernière, n'ont qu'un succès relatif.

Signalons également que dans beaucoup d'appareils la béquille d'atterrissage est manœuvrable, ce qui permet au pilote de régler à volonté sa position.

Les différents stands.

Les plus entourés étaient : chez les Français, celui de Bréguet avec le *Nungesser-Coli* que l'on ne pouvait approcher qu'après une queue respectable ; celui de Farman avec son imposant F-180 ; chez les étrangers, la très belle exposition italienne et le stand Junker avec sa réplique du *Bremen*.

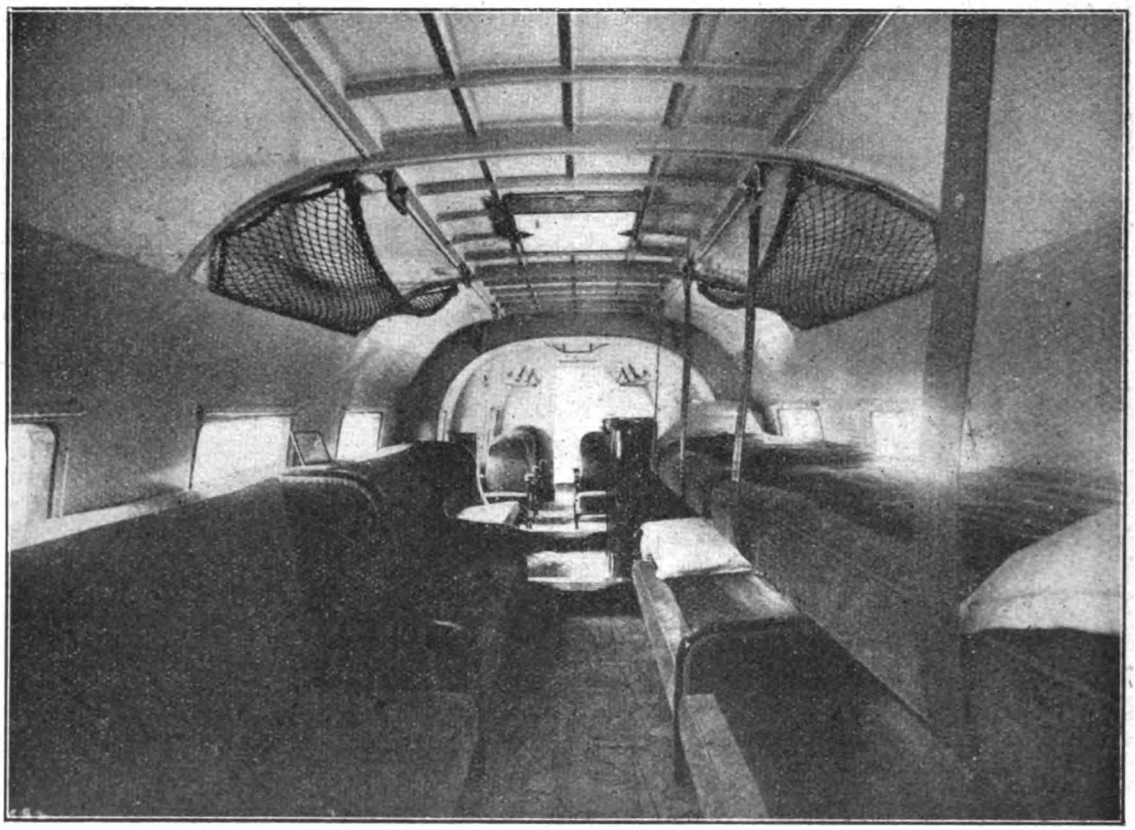


Fig. 3. — Cabine de l'avion Farman.

Nous terminerons notre exposé par une courte énumération de la majorité des différents apparells présentés :

Bréguet, en dehors du *Nungesser-Coli* type XIX, présentant son biplan de transport à moteur de 400 à 500 CV démultiplié étudié pour le transport de huit personnes.

Levasseur son bombardier-torpilleur, un grand biplan avec moteur 550 CV Renault démultiplié du type du navire porte-avion *Béarn*. La grosse torpille accrochée sous la carlingue a certainement impressionné nombre des visiteurs. Chez Lioré, nous avons pu voir un petit hydravion monoplan à aile

Digitized by Google

épaisse étudié pour le tourisme. Ce petit appareil a comme moteur un 120 CV Salmson en étoile monté au-dessus de l'aile. Lioré présentait également la carcasse de son grand biplan triplace de guerre à deux moteurs Jupiter de 500 CV, et pour frapper plus sûrement l'imagination il avait en guise de mât planté verticalement une des ailes.

Schreck nous a montré son grand hydravion postal à coque avec moteur Lorraine 450 CV à refroidissement à eau.

Cams également présentait un hydravion postal à coque de taille imposante à deux moteurs Hispano de 500 CV placés sur le même axe.

Farman son énorme biplan *F-180* à deux moteurs de 500 CV logés sur le même axe dans l'aile supérieure. Cet immense appareil est fait pour donner un asile des plus confortable à vingt-cinq passagers. Contrastant étrangement avec son compagnon, on trouvait au même stand un petit monoplan de tourisme à quatre places avec moteur Titan à refroidissement à air de 230 CV.

Les ateliers des Mureaux exposaient leur petit hydravion monoplan type *MB-35* à flotteur, avec moteur 120 CV Salmson, et leur monoplan biplace militaire à roues carénées avec Salmson 530 CV à refroidissement à eau.

Michel Wilbaut ses monoplans 121 et 170.

Henriot son H-460, monoplan entièrement métallique, biplace d'école transformable en avion sanitaire monté avec un Titan 240 CV en étoile, et une carcasse de biplan avec moteur Lorraine également en étoile.

Morane, trois petits monoplans, le *149 EP2* avec Lorraine 100 CV, le *130 ET2* avec Salmson 230 CV, et le *12 1CT* avec Hispano 400 CV, les deux premiers moteurs en étoile.

Bernard, son type *V2* monoplan de chasse type record de vitesse pour avion avec 400 CV Hispano, et son *191 T*, berline de transport monoplan avec moteur en étoile Jupiter 500 CV.

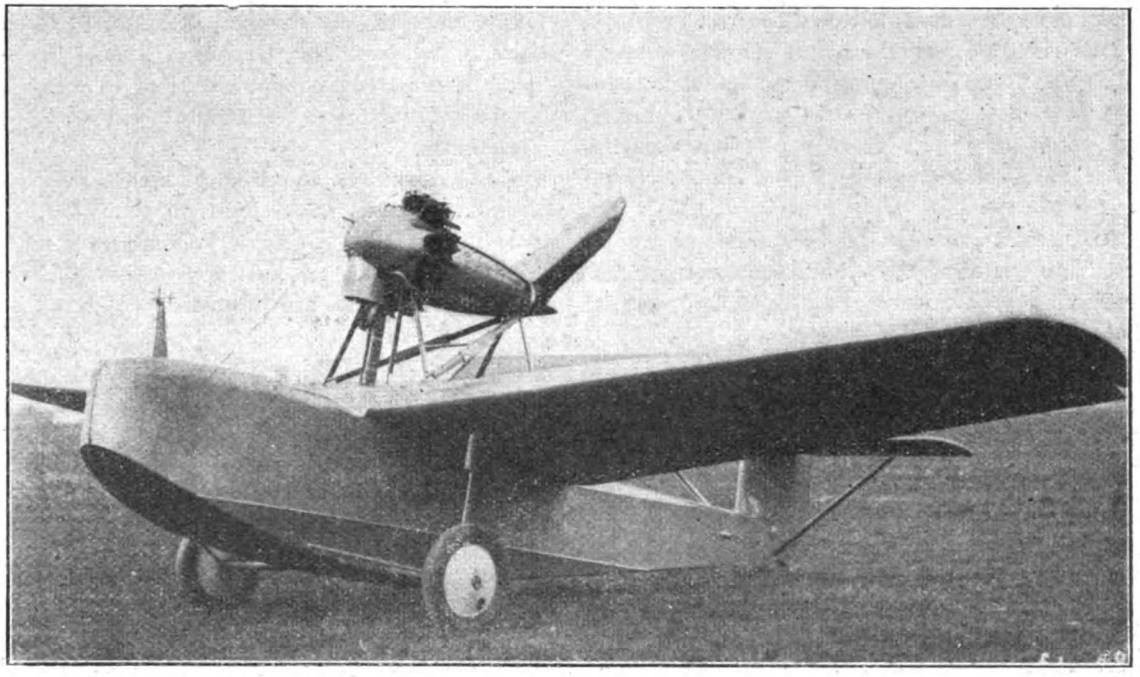


Fig. 4. — Hydravion Lioré-Olivier avec moteur Salmson 120 CV muni d'un train d'atterrissage provisoire et d'une béquille en vue d'essais effectués à Villacoublay.

Nieuport, son sesquiplan monoplace de chasse avec moteur 500 CV Hispano, et une carcasse d'hydravion métallique.

Spad, un biplan de transport type *56* avec moteur Hispano ou Jupiter 450 CV.

Potez, ses types *32* et *35*, deux monoplans : le premier avec Salmson 230 CV en étoile, le deuxième avec deux 450 CV Renault.

Couzinet une maquette de l'*Arc-en-ciel* monoplan trimoteur.

Amiot, son monoplan monoplace de chasse type 110 avec réservoir d'essence constituant un petit plan supplémentaire, et son 122 BP3 biplan de bombardement et de reconnaissance avec Hispano ou Lorraine à eau 500 CV.

Blériot, dans le stand de l'Aéronautique militaire, un grand monoplan de combat avec deux 500 CV Hispano.

Digitized by Google

Parmi les stands étrangers, celui du ministère de l'Aéronautique italienne était certainement le plus intéressant, puisque, à côté du *Savoia* type de Pinedo, grand hydravion monoplan à double coque de guerre avec deux moteurs Isotta 500 CV voisinaient le bolide record du monde de vitesse pour hydravion avec moteur Fiat 1 000 CV, et le Fiat *R-22*, avion de reconnaissance biplan à moteur 500 CV de même nom.

Dans la même partie du Grand Palais on trouvait le stand Fokker avec un appareil du modèle de l'aviateur suédois Lundborg à moteur Jupiter et différentes maquettes dont celle de l'*America*.

Puis à côté, l'exposition du ministère des Travaux Publics de Tchécoslovaquie avec un biplan de transport pour neuf passagers avec 500 CV Jupiter en étoile et le *BH-33* de la maison Avia de Prague, biplan monoplace de chasse également à moteur Jupiter.

Tout à l'autre extrémité de la grande nef se groupait l'importante participation allemande :

Kleum avec un tout petit monoplan avec moteur à deux cylindres 20 CV Mercédès.

Albatros avec un biplan de photographie avec moteur en ligne 320 CV.

Junkers, avec son type *Bremen*, monoplan entièrement métallique, voilure comprise, à moteur Junkers en ligne.

Heinkel avec son *HE-5* hydravion monoplan à flotteurs avec moteur 500 CV.

Arado avec un biplan à moteur en ligne B. M. W.

Dornier une réduction d'hydravion monoplan à air, quatre moteurs avec hélices à quatre pales.

Signalons également le biplan de chasse Bristol à moteur Jupiter.

Côté moteur, les maisons Renault, Hispano, Farman, Salmson, Fiat, Gnome et Rhône Jupiter, Siemens, Amstrong, pour ne citer que les stands les plus importants, présentaient toute la gamme de leurs fabrications.

Nous ne saurions terminer cet article sans dire quelques mots de l'exposition du ministère de la Guerre français qui, à côté de jolis appareils, nous a montré des coupes très instructives des différents moteurs depuis le rotatif jusqu'aux 500 ou 600 CV actuels.

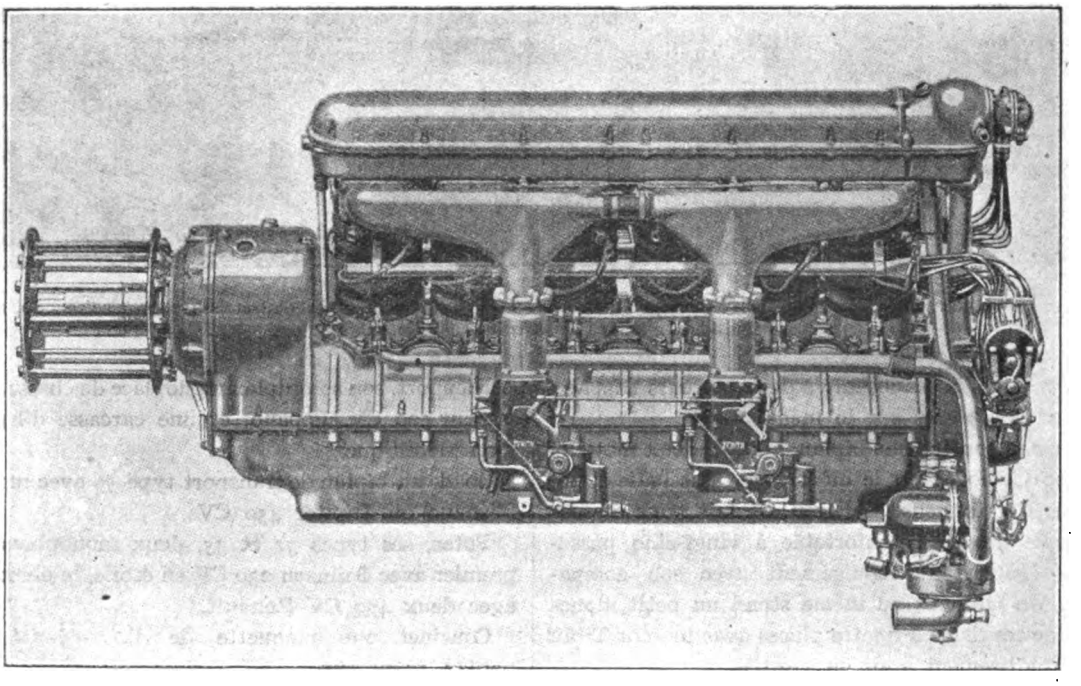


Fig. 5. — Moteur Renault 800 CV démultiplié.

Digitized by Google

Un nouveau procédé photomécanique d'Impression

PAR

M. DEMICHEL

Ingénieur des Arts et des Manufactures et E. S. E.

Les procédés photomécaniques utilisent les ressources de la photographie, de la lithographie, et de la gravure chimique pour produire les clichés destinés aux presses à imprimer.

La photographie intervient à deux stades de la fabrication ; d'abord pour donner un négatif du document à l'échelle convenable ; ensuite pour copier sur métal ce négatif, à peu près comme les photographes tirent au châssis-presse une épreuve sur papier, le métal ayant été préalablement recouvert d'une couche sensible appropriée.

Les négatifs étaient jusqu'à présent exécutés presque uniquement par le vieux procédé au collodion humide et, pour la copie, le métal était recouvert de bitume de Judée ou de mucilages bichromatés. Toutefois recouvrir bien uniformément un cylindre de vernis sensible présente des difficultés et, en rotogravure, on préfère poser un papier au charbon bichromaté que l'on transfère ensuite sur le cylindre.

Il existe depuis peu dans le commerce, sous le nom de papier Elka, un papier au bromure d'argent très sensible sur lequel on peut poser à la chambre noire les clichés qu'on faisait autrefois sur collodion. L'épreuve obtenue est transférée directement sur les planches ou les cylindres comme un papier au charbon sans nouvelle insolation et sans recourir aux procédés ozobromes, qui empâtent toujours les détails par suite de la diffusion des agents chimiques dans la couche. Aussitôt après son développement l'épreuve Elka est tout à fait comparable à une feuille de papier au charbon insolée.

Le principe, quoique peu connu, a été publié il y a déjà longtemps.

Dès l'apparition des plaques sèches, le développement à l'acide pyrogallique a eu les faveurs des photographes et les meilleurs manuels conseillaient son emploi en même temps qu'ils recommandaient de surexposer systématiquement les clichés, quitte à modifier les proportions de sulfite, d'alcali, de pyrogallol, de bromure pour « corriger les écarts de pose », en cours de développement. Cela conduisait souvent à des formules un peu fantaisistes et fréquemment l'image observée sur le négatif sec était comme ciselée en relief ou en creux à la surface de la gélatine.

En 1881, étudiant cette particularité, Warnerke précisait que les révélateurs au pyrogallol peu sulfités tannent la gélatine seulement aux endroits où se produit l'image et proportionnellement à la densité optique du dépôt d'argent.

Fig. 1. — Portion de négatif vue par réflexion montrant les reliefs de l'image développée au pyrogallol.

Haddon et Grundy ont montré la corrélation de ce phénomène avec l'oxydation à l'air de la plupart des révélateurs et signalé que le glycin et le paramidophénol qui s'oxydent peu ne donnent jamais de durcissement de la gélatine, du moins en l'absence de bromures alcalins.

Plus tard Eder a publié des formules de développateurs tannants à l'acide pyrogallique et à la pyrocatéchine. Enfin, tout récemment, MM. Lumière et Seyewetz ont pu produire des négatifs partiellement tannés avec tous les révélateurs usuels (à l'exeption du glycin), simplement en réduisant au vingtième la proportion de sulfite des formules courantes.

L'inventeur du papier Elka, le professeur russe S. de Procoudine Gorsky, a étudié les meilleures formules et les émulsions les plus propres aux applications pratiques.

Il a d'abord recherché un papier destiné au tirage d'épreuves positives d'une sélection trichrôme. Grâce au développement tannant, chaque image peut être transférée sur un support provisoire de celluloïd, puis blanchie, mordancée, et laquée aux couleurs primaires. Un second transfert superposant les trois composantes sur le support définitif donne uue image photographique en couleurs sur papier.

Quelles ressources nouvelles le papier Elka apporte-t-il aux procédés photomécaniques?

De façon générale, il apporte le moyen de produire directement, en une seule opération photographique

Digitized by Google

et un simple transfert, des réserves de gélatine sur métal, planche ou cylindre, réserves présentant une résistance suffisante aux acides.

A partir d'un document positif ces réserves sont négatives.

En rotogravure, c'est justement une réserve négative qu'il faut avoir sur les cylindres. Pour cela on faisait un négatif, un positif et une copie de celui-ci sur papier au charbon. Au lieu de trois opérations photographiques, une seule donne le résultat. Et comme chaque opération fausse le rendu des valeurs, ce résultat sera meilleur, la part de retouches diminuée. En outre, la pose auxiliaire de trame pour alvéoler les noirs, qui demande une demi-heure avec des arcs de 15 ampères, se fera en quelques secondes avec une lampe de 50 bougies à incandescence.

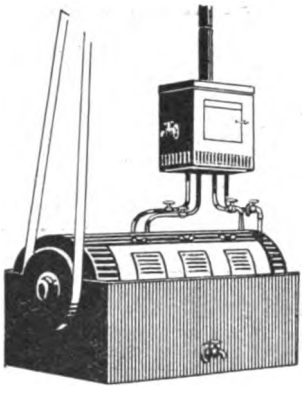


Fig. 2. — Installation pour le dépouillement à l'eau chaude des grands zincs. Celui qui est sur le cylindre est destiné à une réimpression de volume en in-6.

En impression Offset, nous avons montré dans un précédent article (1) l'intérêt d'images solides, aux traits légèrement creusés dans le métal. Pour obtenir ce creux, il faut encore attaquer aux acides sur une réserve négative. Or, quand il s'agit d'images au trait, le nouveau papier donne des réserves de gélatine qui sont de véritables vignettes collées au métal et laissant celui-ci complètement nu à l'endroit des traits. Il est facile d'inverser l'image en couvrant d'encre grasse toute la planche, puis dissolvant la réserve à travers l'encrage. L'image positive qui apparaît est évidemment mieux garnie qu'une image de report.

Nous avons vu aussi que le grain des planches d'impressions rotocalcographiques gêne es copies de simili. Il n'en est plus de même si la pose est faite sur une couche d'émulsion sensible parfaitement étendue aux machines sur un papier lisse et couché. Au moment du décalque sur zinc, la papier et la gélatine mouillés sont assez souples pour coiffer les grains sans déformer les points de simili.

(1) Voir le n° de *La Science Moderne*, 1928.

Fig. 3. — Fragment d'une affiche obtenue par agrandissement d'une petite similigravure.

Nous avons encore parlé, dans l'article rappelé ci-dessus, des machines photographiques à composer les textes. Le papier Elka est tout indiqué pour servir de surface sensible dans ce cas. Aussitôt sorti de la machine et développé, il peut être transféré sur les cylindres des roto taille-douce ou les zincs des rotocalco. Dans ce dernier cas, il facilite beaucoup les corrections qui sont une des difficultés de la composition photographique. Tous les arrangements sur le zinc sont aisés, il suffit de découper les épreuves et d'en disposer les morceaux à son gré ; on peut donc intercaler toutes les corrections désirées. Même, en cours de tirage, si un alinéa doit être modifié, il suffit d'enlever l'image mauvaise à l'essence de térébenthine, de repréparer lithographiquement la place et d'y transférer le nouveau texte. Il faut seulement que les encombrements soient égaux parce qu'on ne peut pas faire varier les intervalles des parties conservées comme on le ferait en typographie, c'est la seule infériorité.

Enfin, pour rester sur le terrain des généralités, le papier Elka permet de répéter très aisément un motif décoratif dont on veut faire une planche d'ensemble. Il suffit de faire de ce motif une diapositive que l'on pose sur une grande feuille autant de fois qu'il est nécessaire en déplaçant chaque fois micrométriquement le papier par rapport au cliché, au besoin dans deux sens perpendiculaires entre eux. Chaque pose est de trois ou quatre secondes, avec une lampe à incandescence. Les poses terminées, on développe l'assemblage désiré que l'on peut transférer sur une planche ou sur un cylindre.

Dans le cas de plusieurs couleurs, on peut établir la série des diapositives correspondant à chaque teinte et repérer.

Cette facilité qu'aucun procédé photographique n'avait donné à ce degré jusqu'ici est très précieux

Digitized by Google

pour les imprimeurs sur étoffes ou papiers de tenture.

A dire vrai, le jeu du papier sous l'action de l'eau des bains et du séchage ne permet pas un repérage rigoureux. Si l'on peut tenir compte d'un allongement systématique connue d'avance (et qui d'ailleurs s'il était régulier ne gênerait pas les repérages) il reste, du fait d'irrégularités inévitables, des différences de l'ordre d'un ou deux millimètres par mètre qui ne sont acceptables que pour certains travaux. D'autre part l'allongement systématique est à peu près double dans le sens de la largeur des rouleaux de papier de celui observé dans le sens du laminage sur les calandres, ce qui occasionne des déformations, inacceptables en cartographie par exemple.

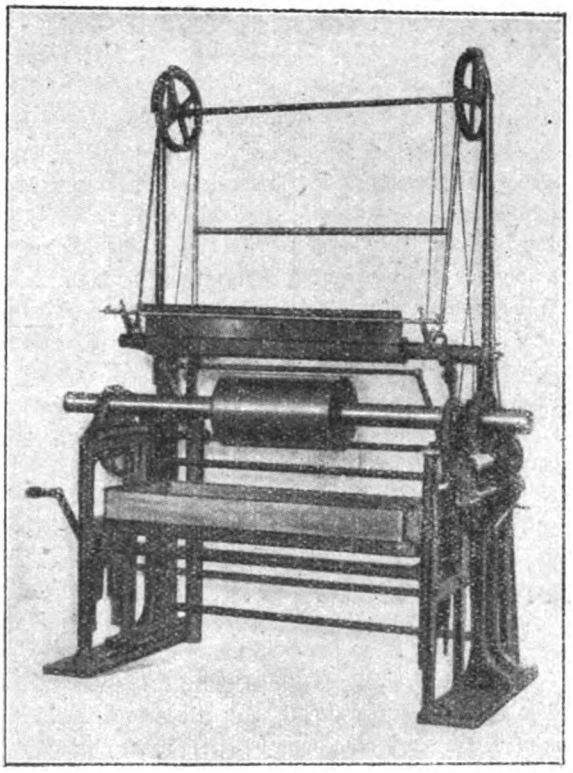


Fig. 4. — Machine à appliquer les épreuves au charbon sur cylindre en évitant l'allongement dû au mouillage.

Pour obvier à ces défauts on a imaginé de transférer le papier sur le métal sitôt après la pose, avant le développement, en mouillant la couche de gélatine assez peut en l'appliquant assez vite pour que le papier support ne soit humidifié par osmose qu'une fois l'adhérence acquise. Des machines à appliquer, déjà utilisées en rotogravure avec le papier au charbon, pour les héliochromies, facilitent ce mode de transfert pour les grands formats.

On sépare ensuite le papier de la couche et l'image est enfin développée au pyrogallol sur le métal support. Toutefois ces détails de mise au point de cette idée en ont retardé jusqu'ici les applications industrielles.

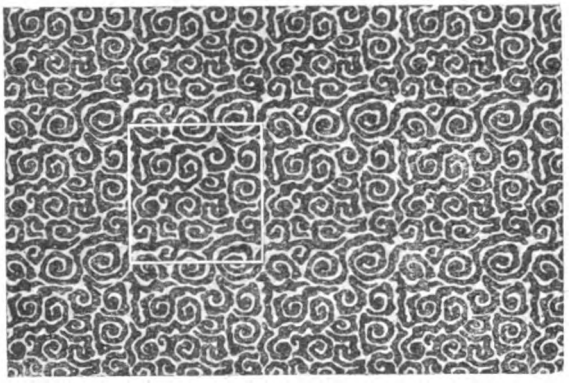


Fig. 5. — Motif décoratif en deux couleurs obtenu par poses répétées du dessin encadré.

Après la vue d'ensemble que nous venons d'esquisser il faudrait détailler les applications très nombreuses du nouveau procédé. Il faudrait citer outre les cas indiqués ci-dessus : les réimpressions de volumes (textes et figures au trait) — les impressions de volume et la facilité donnée aux éditeurs de conserver l'équivalent de la composition typographique en vue de tirages ultérieurs, soit sous la forme d'un zinc d'Offset, soit simplement sous la forme de quelques épreuves bien tirées sur beau papier. En conséquence, la possibilité de limiter un premier tirage au strict nécessaire, quitte à le reprendre ensuite — les éditions et rééditions musicales avec la latitude que donne la réduction photographique d'éditer plusieurs formats d'après le même document — la multiplication des reports pour l'Offset ou la rotogravure — les agrandissements de [illegible]simili pour l'affichage, etc.

Il semble que le nouveau procédé soit appelé à rendre bien des services aux imprimeurs de tous genres et même à d'autres branches de l'industrie comme la décoration, par morsure ou dépôts galvaniques localisés, des objets d'orfèvrerie, la gravure chimique des étiquettes en métal et certainement bien d'autres applications que suggérera peut-être aux spécialistes la lecture de cet article.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

A. MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris

La stabilisation et le fisc.

Quelles doivent être les conséquences fiscales de la stabilisation? Tel est le problème grave que la loi du 25 juin n'a nullement résolue mais qui se posera inévitablement pour toutes les sociétés qui jugeront opportun d'adapter leur bilan à la situation nouvelle. En Allemagne, en Belgique, en Tchéco-Slovaquie, sous des formes diverses, une reévaluation des bilans a été envisagée ou prescrite. En France, la loi est muette à cet égard et M. Lamoureux, au cours de la discussion, a souligné cette carence du législateur. « Un grand nombre de Sociétés, a-t-il déclaré, a constitué en France des immobilisations pour travaux de toute nature. Si nous n'imposons pas à ces Sociétés l'obligation de reévaluer leurs immobilisations suivant certaines règles elles constitueront des réserves occultes qui leur serviront à dissimuler une partie de leurs capitaux et de leurs revenus et d'échapper ainsi au contrôle et aux atteintes du fisc... C'est pourquoi nous nous réservons le droit de déposer une proposition de loi tendant à préparer une nouvelle législation des bilans. »

En l'état actuel de la législation, quelles prétentions fiscales l'Etat peut-il élever sur les sociétés du chef de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, de l'impôt général sur le revenu et des divers impôts directs ?

I

Il sera prudent pour les Sociétés, sauf prescription impérative d'une loi future, de modifier aussi peu que possible l'évaluation des divers postes de leur actif. En principe, elle visera surtout les immobilisations et elle doit être établie en tenant compte de la valeur de remplacement, déduction faite de la diminution résultant de l'usure, notamment pour les bâtiments et l'outillage.

Mais comment apprécier d'une manière rigoureusement exacte une valeur de remplacement à une époque où la fixation des prix, bien loin d'être réalisée, peut au contraire être soumise, du fait même de la stabilisation, à de nouvelles fluctuations? Comment, d'autre part, formuler des règles précises applicables à toutes les sociétés et déterminant avec précision les sommes représentant la dépréciation de ces postes, alors que les diverses industries comportent des amortissements de durée et d'intensité très variables?

Il appartient à chaque entreprise intéressée de déterminer, sous le contrôle du fisc, les sommes qu'il convient, eu égard à la nature de son exploitation, d'affecter à son amortissement.

Le résultat de l'opération sera évidemment une modification, le plus souvent, une augmentation des chiffres pour lesquels les immobilisations sont inscrites au bilan. De la sorte apparaîtra normalement un excédent d'actif.

Dans quelle mesure pourra-t-il être taxé? Il serait, à mon sens, souverainement injuste de le soumettre à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, car il ne représente aucun « bénéfice ». Supposons que le mètre soit diminué de moitié, il faudra deux fois plus de mètres pour mesurer la longueur de ma maison, mais celle-ci n'ayant pas matériellement changé ne pourra me procurer que les mêmes avantages de logement ou de location. Il en est exactement de même pour la reévaluation des immobilisations : taxer à titre de bénéfice la plus-value apparente, résultant de leur énoncé en un chiffre nouveau, ce serait effectivement taxer le capital et ce prélèvement sur le capital ne serait le plus souvent possible que par la cession d'une part de l'actif ou par l'hypothèque, c'est-à-dire par une diminution certaine du potentiel économique de l'entreprise.

L'Administration semble d'ailleurs être entrée dans ces vues et une série de réponses ministérielles ont expressément déclaré que les plus-values résultant d'une reévaluation des immobilisations ne devaient pas être frappées de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux tant qu'elles étaient affectées aux réserves et n'étaient pas incorporées au capital social. Voir notamment la réponse du ministre des finances à la question 8096, posée par M. Gaston Japy : « Les plus-values qui apparaissent simplement à la suite d'une reévaluation de l'effectif immobilisé sans être consolidées par leur incorporation au capital social doivent, comme n'étant pas réalisées, demeurer en dehors des bases de l'impôt cédulaire dû par la Société. »

Digitized by Google

A l'étranger, d'ailleurs, la majoration provenant d'une reévaluation au bilan de l'actif immobilier, n'a jamais donné lieu à taxation.

Mais l'Administration française risque de tourner la règle de l'exonération en ne permettant pas aux Sociétés de réaliser un amortissement normal. Les amortissements doivent être en effet calculés d'après le prix de revient et non d'après la valeur de remplacement, et cette pratique risque d'aboutir par une voie indirecte mais effective à la taxation de la plus-value apparente résultant de la reévaluation.

II

L'impôt général sur le revenu frappe tous les bénéfices dans la mesure où ils sont distribués. Par suite, l'affectation aux réserves ne donne pas lieu non plus à taxation de ce chef. Quant aux distributions gratuites d'actions remises aux actionnaires à l'occasion de la transformation des réserves en capital, elles ont pour effet de soumettre ceux-ci à l'impôt cédulaire sur les valeurs immobilières ; mais la distribution même des réserves sous forme d'actions n'est pas soumise à l'impôt général sur le revenu, pourvu que cette transformation de la réserve en actions soit obligatoire et l'actionnaire n'ait le droit de céder les titres nouveaux qu'après un laps de temps déterminé.

III

En ce qui concerne les impôts directs, aucune répercussion immédiate n'est à envisager sur l'impôt foncier, les évaluations étant immuables pendant tout le cours de la période décennale en cours. Une modification serait susceptible de se produire indirectement sur la patente, dont l'une des bases est précisément la valeur locative des immeubles à usage industriel, valeur locative qui est annuellement révisable.

Les droits d'enregistrement et de timbre ne subiront pas de changement du fait de la stabilisation, mais il est très vraisemblable que la stabilisation provoquera notamment dans le régime fiscal des Sociétés une série de modifications et d'adaptations. Souhaitons que le législateur profite de l'occasion qui lui sera offerte pour établir des impôts sur les valeurs mobilières plus équitables et, pour certaines valeurs, moins accablants.

Le budget de 1929.

A son arrivée au pouvoir en août 1926, le gouvernement Poincaré n'avait pas hésité à demander à la nation le sacrifice massif indispensable à son salut financier : une surcharge d'impôts de 11 milliards. Cette opération chirurgicale heureuse a permis au gouvernement de fonder sur une situation ferme et saine son plan de redressement. En même temps que cette surcharge d'impôts était établie, M. Poincaré prenait d'ailleurs l'engagement de ne plus en accroître le poids ; il n'a pas failli à cette promesse dans le projet de budget qui vient d'être déposé sur le bureau de la Chambre. « Nous avons décidé, déclare l'exposé des motifs, de considérer le taux actuel de nos contributions comme un plafond que nous nous refusions à dépasser et nous avons recherché l'équilibre du budget dans une compression des dépenses assez énergique pour les ramener à l'intérieur des limites que nous nous étions assignées. »

Cependant les propositions des divers ministères avaient fait ressortir un supplément de dépenses de 6 milliards, sans qu'aucun effort eût été tenté dans le sens du rajustement des traitements et pensions. Des compressions impitoyables les ont réduites de telle sorte que l'équilibre du prochain budget se trouve rigoureusement équilibré sans majoration des charges d'impôts. L'augmentation a été ramenée à 1 million qui est couvert par les rentrées du plan Dawes.

Cet équilibre est aujourd'hui d'autant plus nécessaire que la suppression de toute émission de bons de la Défense nationale et la clôture du Compte courant d'avances de la Banque à l'Etat privent la Trésorerie des ressources trop commodes dont elle disposait avant la loi de stabilisation. Désormais le Trésor, réduit à sa fonction normale, ne peut plus faire aux budgets que des avances temporaires dans les limites qui lui sont assignées par la loi de Finances.

Le budget de 1929 comportera donc seulement « les mesures susceptibles d'introduire dans notre régime fiscal, sans en réduire sensiblement le rendement global, un aménagement meilleur et une répartition plus équitable des charges ». De là un ensemble non pas de réformes de grande envergure, mais d'améliorations et d'adaptations.

A. Jusqu'ici, l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux était, par application stricte de la règle de l'annualité, calculé sur les résultats de chaque année, aucune compensation n'étant permise entre les profits d'une année et les pertes des années précédentes. Désormais, à l'imitation de nombreuses lois étrangères, un lien est établi entre les diverses années de telle sorte que les commerçants ou industriels pourront déduire du bénéfice imposable les pertes subies durant les trois exercices antérieurs. Pour l'année présente, la déduction portera seulement sur les pertes ressortant des bilans déjà clos au 1er janvier 1928.

B. Allégement des taxes pour frais de surveillance des fraudes, visite des pharmacies, etc. « L'assiette

Digitized by Google

de ces impôts, déclare l'exposé des motifs, exige de l'administration un travail délicat et complexe et impose aux redevables des *formalités* et des *pertes de temps* ». Accueillons avec reconnaissance cette préoccupation, bien nouvelle dans nos administrations publiques, d'économiser le temps des assujettis et de leur éviter des formalités vexatoires et souhaitons que ces tendances fort louables soient généralisées.

C. Extension de l'impôt sur le revenu des créances aux intérêts des comptes-courants en banque ;

D. Taxation plus complète des revenus commerciaux dans les Sociétés à responsabilité limitée. Il arrive fréquemment, à l'heure actuelle, que l'un des associés s'attribue à titre de gérant d'une telle société un salaire qui est naturellement déduit des bénéfices sociaux : cette déduction sera désormais impossible.

E. La partie la plus contestable des nouveaux aménagements d'impôts consiste dans l'augmentation de l'abattement non taxé dans les impôts sur les traitements et salaires, les revenus des professions non commerciales et le revenu global. Pour ces divers impôts, à l'heure actuelle, une déduction uniforme de 7 000 francs, non taxés, est effectuée à la base. De la sorte, sont exemptés de l'impôt général sur le revenu les contribuables dont le revenu total ne dépasse pas 7 000 francs. Notons tout d'abord que, pour ces catégories modestes, les fraudes sont des plus nombreuses et particulièrement difficiles à dépister. Cependant le projet élève à 10 000 francs le minimum de revenus des diverses catégories précitées, qui ne donnera pas lieu à imposition. D'où, une moins-value de 135 millions dans la rentrée de ces impôts.

Nous considérons ce dégrèvement comme par faitement inopportun et empreint d'un fâcheux esprit démagogique. Huit cent mille contribuables, dont un grand nombre pourraient payer des taxes modiques, se trouveront par là libérés de tout impôt direct. Nous regardons comme tout à fait fâcheux en régime démocratique qu'il soit possible à un citoyen de participer par le vote à la gestion de la chose publique sans ressentir comme contribuable le poids des impôts qu'il établit. Que l'on accorde tous les dégrèvements nécessaires aux indigents, qu'on atténue surtout les impôts qui accablent les familles nombreuses même relativement aisées, rien de mieux. Mais que l'on ne permette pas à une majorité d'exemptés de pressurer sans merci une minorité d'assujettis. La Révolution française n'a pas eu d'autre motif et d'autre justification que d'établir l'égalité fiscale et de supprimer les privilèges injustifiés; elle a proclamé très haut l'honorable nécessité pour tous de contribuer aux charges publiques. Il ne faut pas que, sous le couvert d'une fausse humanité, s'instaure une nouvelle oligarchie de personnes qui jouissent des avantages de la cité sans porter leur part de ses charges.

Comme il a bien fallu trouver ailleurs les 135 millions sacrifiés, le taux de l'impôt global qui était actuellement de 30 p. 100 a été porté à 33, 33. L'abattement combiné avec la surtaxe a pour effet de réduire l'impôt dû par les revenus faibles ou moyens, d'accroître la charge des autres : un revenu de 20 000 francs qui paie au taux actuel 156 francs d'impôt global ne supportera plus que 133 fr. 33. Un revenu de 100 000 francs qui paie 5 436 francs devra désormais 6 000 francs.

Souhaitons que ce fâcheux précédent ne se généralise pas.

***

Du côté des dépenses, les ministères intéressés à la défense nationale avaient, pour la réorganisation de l'armée, la préparation de la réduction du service actif, la mise en état de nos frontières de terre et de mer, la protection de nos colonies, proposé un chiffre supérieur de 4 milliards aux dépenses de 1928. Cette augmentation a été ramenée à 1 milliard.

Tout un programme de mise en œuvre économique est annoncé dans le prochain budget : la reconstitution des régions libérées étant presque terminée, il amorce l'aménagement des forces hydrauliques et des distributions électriques, les réseaux téléphoniques, l'aviation, les voies de communication. Les dotations prévues au budget sont complétées par l'appel aux prestations en nature que versera l'Allemagne. Du côté des dépenses sociales, nous relevons trois mesures principales : *a*. L'application rapide de la loi Loucheur du 13 juillet 1928 qui permettra de lutter contre la crise du logement ; *b*. La majoration de 50 p. 100 pour les assurés de la loi des retraites ; *c*. l'extension des moyens de défense contre les grands fléaux sociaux (tuberculose et cancer).

Signalons enfin le rajustement des pensions de guerre et des pensions civiles et le redressement des traitements, qui ne les mettent pas encore au niveau du coût de la vie, mais améliorent la situation présente. La crise est menaçante ; il importe à tous que le recrutement normal des fonctionnaires demeure convenablement assuré et que la fonction publique retrouve au moins, pour une part, son prestige d'antan, singulièrement compromis.

Digitized by Google

Le Fléau des Sauterelles

PAR

H. de VARIGNY

Parmi les fléaux qui s'abattent sur l'homme, la très intéressante revue *Matériaux pour l'étude des calamités*, que publie la Société de Géographie de Genève, a fait une place méritée aux invasions de sauterelles. Celles-ci sont fréquentes, et très dévastatrices pour l'agriculture en des pays très variés. Elles constituent un des moyens qu'emploie la nature pour faire dure à l'homme son existence, déjà si précaire. Aucune des parties du monde n'ignore ce fléau.

Il a une distribution géographique nette. Rare sous l'Équateur, il sévit surtout entre les 20° et 40° parallèles Nord, et entre les 15° et 40° parallèles Sud, en pays tempérés, où l'agriculture est le plus développée. Le problème acridien est donc international, comme le fait observer M. P. Vayssière qui s'en occupe tout spécialement, et a publié dans les *Matériaux* une étude d'ensemble (n° 2, 1924) suivie de plusieurs notes, depuis, où il en relate au jour le jour les développements. L'Afrique et l'Amérique du Sud sont particulièrement éprouvées, mais l'Europe reçoit souvent les indésirables insectes : en Espagne, dans le sud de la France, dans les pays constituant le bassin méditerranéen, de l'Italie à l'Asie ; l'Amérique du Nord est souvent atteinte, et celle du Sud, bien plus encore (Argentine, Brésil, Uruguay).

Il n'est pas d'année où les sauterelles ne fassent parler d'elles. Si l'on considère l'année 1927, comme le note M. Vayssière (*Matériaux*, n° 16, 1928), on constate qu'au printemps de cette année l'Algérie a subi une invasion comme on n'en avait pas observé depuis longtemps. Les céréales ont beaucoup souffert de mars à juin, mais une lutte énergique a été menée, faisant espérer que l'année 1928 sera moins désastreuse. En Amérique du Sud, de septembre 1926 à janvier 1927, des ravages importants ont été produits, dans diverses provinces. En janvier 1927, deux des provinces du Nord-Ouest des Indes anglaises (Goudjerat et Kathiawar) ont été visitées par des sauterelles géantes. Tels essaims ont obscurci le ciel sur plus de 30 kilomètres. Un peu auparavant (automne 1926) c'était l'Irak qui avait été atteint dans ses cultures de maïs. L'Europe aussi fit entendre des plaintes amères au printemps, ce fut le criquet marocain qui inquiéta, entre Salamanque et Zamora : mais une bonne résistance fut faite. A la même époque, forte offensive en Grèce où la récolte du tabac fut fortement diminuée : le phénomène s'était déjà produit l'année précédente. Enfin la Russie, dans le commencement de l'année, vit se reproduire les déprédations qui, les années précédentes, avaient ravagé la partie méridionale du pays.

Bref, il n'est pas d'année où, dans les zones géographiques indiquées, des dévastations se ne produisent. Le fléau est intermittent assurément, il ne se produit qu'au printemps ou à l'été du lieu, mais il se reproduit d'année en année, de façon trop régulière, sur un point ou sur un autre. Et cela dure depuis longtemps : depuis qu'il y a une histoire. La tribu juive, qui de tous temps a eu la spécialité de faire beaucoup de littérature autour des moindres faits qui lui arrivaient, a dépeint les ravages des sauterelles et montré que ceux-ci ont leur origine dans une période fort reculée.

La sauterelle apparaît comme une force de la nature, une force néfaste, comme les typhons, les épidémies, les éruptions volcaniques, et le reste.

On observera toutefois qu'un seul et même nom est loin de convenir à toutes les sauterelles, ou à tous les criquets, comme on les appelle encore. En fait, les acridiens dévastateurs sont plusieurs. Tous sont caractérisés par une voracité considérable, par une aptitude remarquable au vol — qui leur permet de couvrir, selon les circonstances, de 30 à 500 kilomètres par jour — et par le fait qu'à l'occasion ils se multiplient avec une ardeur extrême, et forment des armées redoutables. Mais ces acridiens sont de plusieurs espèces et de plusieurs genres : en Afrique, les plus notables sont le *Schistocera gregaria*, au Nord de l'Équateur, les *Cyrtacantharis septemfasciata* et *Locustana pardalina*, au sud de celui-ci ; en Europe, c'est la *Locusta migratoria* ; pour l'Amérique du Nord diverses espèces de *Melanoplus*, pour l'Amérique du Sud, un *Schistocera*. Les genres et espèces qui viennent d'être énumérés sont de grands migrateurs. Mais il existe aussi des espèces autochtones qui peuvent, dans des conditions qui échappent encore, devenir tout à coup exceptionnellement abondantes. Celles-ci, alors, se livrent à de petits déplacements, et s'étendent à l'entour, se livrant à des déprédations considérables. Le criquet marocain est de ceux-ci (*Dociostaurus maroccanus*) ; c'est lui qui, de 1918 à 1921, est venu du Maroc, piller les cultures de l'Algérie, du Midi de la France et de l'Italie. Évidemment sous l'influence

Digitized by Google

de causes qu'on aimerait connaître, il se multiplie à l'occasion, de façon anormale, d'où ses déplacements, pour trouver à manger.

Les dégâts occasionnés par les acridiens ou criquets sont considérables. Car tout leur est bon. Ils ont en 1906-1907, du côté du Zambèze, tué plus de 600 000 cocotiers sur un million environ ; en Égypte, ils s'attaquent au coton, et l'invasion des criquets, aux États-Unis, en 1874 a coûté à la région voisine des Rocheuses quelque 200 millions de francs or).

Les essaims de ces insectes dévastateurs sont souvent immenses. Dans la Crau, en 1920, M. Vayssière a vu ramasser quotidiennement, pendant un mois, de 12 à 30 millions d'individus : 600 millions en un mois. En 1915, en Argentine, il fut en janvier détruit 35 millions de kilogrammes.

L'Algérie est très souvent atteinte : chaque année, dans une région ou une autre, c'est le criquet marocain ou bien le pèlerin qui fait des siennes. Et chaque fois quelque trouble est apporté dans la situation économique ; c'est une denrée, alimentaire ou industrielle, qui manque, sans compter que les tentatives de défense coûtent cher.

Les invasions de criquets peuvent avoir de singuliers effets : on a vu en différents pays les transports par chemin de fer entravés ; les criquets formaient sur le sol une couche épaisse ; écrasés par les trains, ils formaient une patinoire sur laquelle les roues n'avaient plus prise et glissaient sans avancer. C'est peu de chose, mais cela donne une idée de l'importance possible des essaims.

Il convient de noter un autre inconvénient découlant de l'arrivée de ceux-ci. Les criquets sont mortels et leur putréfaction offre des dangers pour la santé publique. Et si, dans les pays peu avancés, éloignés, l'invasion ne tue pas par la famine (en 1860, dans l'Afrique du Nord, elle a fait périr d'inanition 200 000 indigènes) elle peut tuer par épidémies. Les acridiens sont donc des fléaux, une véritable calamité.

Peut-on les combattre et comment? Les procédés sont nombreux et variés, mais comme l'a dit M. P. Vayssière, c'est là « en général, une preuve de la carence humaine », puisque malgré la multiplicité et la diversité des moyens employés, le fléau persiste.

Il serait bien désirable, évidemment, que l'on put lutter par la méthode biologique, qui consiste à opposer au criquet un parasite, (1) une maladie, qui en réduit le nombre : moyen qui donne déjà, en agronomie, des résultats fort intéressants, mais pour employer cette méthode il faut connaître la biologie des acridiens. Il faut savoir quels ennemis a le criquet, quelles maladies, quels parasites, insectes, cryptogames ou microbes. Or sur ces points on ne sait pas grand'chose : pas assez en tout cas pour en tirer parti contre l'ennemi. La biologie des acridiens n'est encore que très insuffisamment connue. C'est donc à des méthodes d'ordre physique que l'on a recours. La plus simple consiste à tuer, à détruire, à écraser l'insecte, mais elle n'est guère praticable contre un ennemi qui arrive par armées de millions, de milliards d'individus.

On ne connaît pas de moyen propre à amener une déviation d'un nuage d'acridiens, déviation qui ne ferait d'ailleurs qu'orienter sur le champ de Paul le fléau qui se dirigeait sur celui de Pierre. Mais on a beaucoup imaginé d'appareils pour les ramasser afin de s'en défaire ensuite par des moyens variés. Peut-être vaudrait-il mieux lutter au moyen du feu. C'est ce qu'on fait souvent en encerclant les bandes acridiennes au moyen de paille ou de broussailles enflammées. Mais à ce moyen archaïque M. P. Vayssière en croit préférable un autre, du même ordre, plus perfectionné et scientifique, le lance-flammes. « Aucun autre procédé à ma connaissance, dit-il, n'arrive à détruire en totalité, sur une étendue de 500 mètres carrés les millions d'acridiens qui s'y pressent ». Ce moyen suppose l'existence d'équipes organisées, prêtes à combattre, qui peut-être pourraient disposer d'aéroplanes, au besoin, pour arriver rapidement sur le point attaqué.

A la guerre on pourrait emprunter un moyen chimique qui n'est pas mauvais, la chloropicrine. Mais une saute de vent expose les assaillants à un suicide. D'autres insecticides existent toutefois, en nombre. Sans doute ils empoisonnent la récolte, mais l'armée est exterminée, et ne se reproduit pas. On peut encore poudrer celle-ci avec des insecticides toxiques. Des résultats intéressants ont été obtenus. Ainsi, Pantanelli a montré que par l'emploi de l'arséniate de soude, on stérilise les femelles, on les met hors d'état de se reproduire, et grâce à l'emploi de ces sels, à Foggia, la surface infestée est passée en 1918 à 3 000 hectares seulement alors qu'elle était en 1927 de 10 000. On remarquera que le pâturage empoisonné redevient comestible pour les moutons et le bétail en quelques jours seulement. Et évidemment les avions rendraient des services en l'occurrence.

Il est manifeste toutefois qu'une donnée générale manque, dont il serait grand besoin. On connaît fort mal la biologie des acridiens. Et on n'est arrivé à lutter avec un réel succès que contre ceux des ennemis de l'agriculture dont on connaît le mieux la biologie : phylloxéra, eudémis, cochylis, doryphora. L'histoire naturelle des acridiens n'est encore que

(1) Les découvertes de d'Herelle appliquées dans l'Amérique du Sud, ont donné jusqu'ici d'excellents résultats.

Digitized by Google

Fig. 1. — Les criquets voyageurs.

Digitized by Google

fort incertaine : c'est en vain que l'on cherche sur ce point des renseignements sérieux, dans les nombreuses publications relatives à ce fléau. On a même raconté là-dessus des choses extraordinaires, bien propres à exciter la suspicion. Pa exemple, il est dit que les migrations sont dues primordialement au besoin d'aliments. Voici, par exemple, un territoire où l'année précédente s'est posée une nuée. Elle s'y est arrêtée pour s'y nourrir : elle s'y est reproduite. Les œufs sont arrivés à maturité, les acridiens sont apparus et ne trouvant rien à manger (sans doute ils se développent plus vite que les cultures) ils prennent leur vol en quête de cultures ou pâturages à dévaster. Ils les trouvent, se repaissent, se multiplient, et tout rentre dans l'ordre pour un temps. Et les descendants font de même, retournant vers le Sud chercher les terres stériles auxquelles leurs parents ont voulu échapper. En réalité, les choses ne se présentent pas aussi simples. Ce n'est pas parce que la nourriture manque au point de naissance que les acridiens émigrent pour en trouver ailleurs. La cause véritable des mouvements reste mystérieuse. C'est ce qui ressort des travaux de l'entomologiste russe Uvarov, dont M. Vayssière a fait connaître rapidement l'œuvre.

Ce qui résulte de celle-ci, c'est qu'en ce qui concerne au moins certaines espèces, *Locusta* en particulier, qui exerce des ravages dans le Turkestan, deux phases se présentent dans l'évolution, l'une, grégaire et migratrice, l'autre, solitaire.

L. danica considérée, avant les recherches d'Uvarov, de Plotnikow, et de J.-C. Faure, comme une espèce distincte, n'est en fait que la phase solitaire de l'espice *migratoria*. Pareillement, en Afrique Sud-équatoriale, *Locusta pardalina* présenterait deux phases distinctes. La morphologie des deux phases est différente. Chez la solitaire, non migratrice, les adultes des deux sexes sont de taille sensiblement différente, les mâles étant plus petits. D'autres différences de forme extérieure existent aussi. Et les larves des deux phases sont dissemblables : les larves de la forme migratrice sont colorées en noir et rouge orangé ; celles de la forme solitaire sont de couleur très variable se rapprochant de celle du milieu ambiant. Entre ces deux formes il y a aussi des différences biologiques. La *migratoria* n'a qu'une génération annuelle ; *danica* en a deux et même trois. Il y a donc dans l'évolution de *migratoria* deux périodes de repos bien marquées, durant le développement embryonnaire et pendant la maturation des organes sexuels. Et M. Vayssière se demande si les diapauses de *migratoria* ne sont pas dues à quelque particularité de composition des liquides de l'organisme : les recherches de Roubaud sur l'hibernation des muscides semble autoriser l'hypothèse. On remarquera que les deux phases préfèrent des habitats différents ; *danica* évite les espaces arides ou les forêts comme habitations permanentes et *migratoria* recherche les sols sableux, légers à flore mésophile et xérophile.

Il n'y a pas de doute sur la transformation d'une phase en l'autre ; elle est constatée dans la nature, et expérimentalement. D'après J.-C. Faure, elle tient au nombre relatif des larves écloses. « Les larves du premier stade, dit M. Vayssière, ont toujours les caractères typiques de la phase de leurs parents. Si elles proviennent d'œufs de la phase migratrice et si pour une raison quelconque (destruction de la plus grande partie des ailés ou des œufs par l'homme, par les prédateurs, etc.), le nombre des larves écloses est très réduit sur un espace déterminé, au deuxième stade les larves commencent à prendre les caractères de la phase solitaire, caractères qui s'accentuent jusqu'au stade ailé. Si, au contraire, par un hasard quelconque, ou par le fait de l'homme (expériences en cage), des larves au premier stade solitaire sont réunies en nombre relativement important dans un espace restreint, les caractères de la phase migratrice apparaissent d'autant plus rapidement dans les mues successives que le nombre des insectes est plus grand dans le dit espace. De petits essaims peuvent ainsi se former presque sous les yeux indifférents des agriculteurs. Les petits essaims se rapprochent, donnent naissance à des agglomérations plus importantes d'insectes ».

Peut-être même, d'après Plotnikow, le problème du passage d'une forme à l'autre est-il encore plus complexe. Ce n'est que par une étude biologique approfondie qu'on le saura ; ce qui est certain c'est l'existence de deux formes, dans la même espèce : l une, la solitaire, est autochtone dans une région donnée ; l'autre, migratoire, provient de la précédente et forme des essaims qui émigrent. De sorte que l'essentiel paraît être de surveiller la phase solitaire et de voir si elle tend à évoluer vers la migratrice.

Il faut renoncer à l'idée très simple que les migrations sont dues à un manque d'aliments. Les essaims laissent souvent derrière eux une végétation luxuriante pour aller se poser dans des déserts. La température paraît jouer un rôle décisif dans les déplacements. Les bandes de *migratoria* ne circulent qu'au-dessus de 13° ou 15° centigrades. Beaucoup d'expériences et d'observations sont encore nécessaires pour élucider la biologie des acridiens, et ce n'est qu'en connaissant celle-ci qu'on arrivera à se faire une opinion sur la cause de leurs invasions. Ce sera difficile, mais il n'y a nulle raison de ne pas ouvrir un crédit aux biologistes pour la solution du problème.

Digitized by Google

L'hygiène de la production laitière

PAR

le Dr Louis BOEZ

Sous-directeur de l'Institut d'hygiène de Strasbourg.

Le contrôle de la production laitière représente un des problèmes les plus importants de l'hygiène rurale. Le lait constitue, en effet, l'aliment essentiel et parfois exclusif du nourrisson, de l'enfant et du malade. Il entre également pour une large part dans l'alimentation de l'adulte. Mais le lait doit être considéré comme une denrée des plus altérable, et en l'absence d'un contrôle efficace, comme un véhicule particulièrement approprié à la propagation de certaines maladies infectieuses.

Composition et valeur alimentaire du lait. — Le lait est un aliment complet. Il contient, en solution dans l'eau, des substances albuminoïdes, des graisses, des hydrates de carbone et des sels minéraux.

Composition du lait.

	Femme.	Vache.
Caséine	1,4 p. 100	3 p. 100
Graisse.....	3 —	3,7 —
Lactose	5 —	4,5 —

On voit par le tableau ci-dessus que le lait de vache se distingue surtout du lait de femme par une teneur sensiblement double en caséine. D'où la pratique du coupage du lait de vache destiné à l'alimentation du nourrisson. Il est alors nécessaire de rajouter du sucre pour compenser la dilution qui en résulte.

Le lait contient plusieurs albumines, dont la plus importante est la caséine qui précipite sous forme de caillots volumineux lorsqu'on additionne le lait d'une quantité suffisante d'acide acétique. Cette coagulation est également obtenue sous l'influence de la présure (*lab-ferment*), dans la fabrication du fromage. Le sucre est représenté par le lactose du sucre de lait. Le lait contient également des graisses, constituées par de petits corpuscules arrondis, visibles au microscope, à un faible grossissement. Ces corpuscules graisseux, plus légers que le liquide dans lequel ils sont en suspension, se rassemblent spontanément à la surface du lait pour constituer la crème. Le barattage favorise, par agitation, la cohésion des particules graisseuses dont l'agglomération constitue le beurre.

Le lait contient, au surplus, divers sels minéraux : chlorure de sodium, de potassium, de calcium et des phosphates de chaux, dont l'assimilation est favorable à la minéralisation de l'organisme.

Vitamines. — Mais on sait aujourd'hui, que les trois substances fondamentales de la ration alimentaire représentées par les albumines, les graisses et les sucres ne suffisent pas à l'entretien de l'organisme, quelle que soit l'abondance des aliments fournis ; l'équilibre et la croissance de l'organisme ne sont assurés que si le régime comporte un quatrième type d'aliment auquel on a donné le nom de vitamine. Tandis que les aliments fondamentaux ci-dessus mentionnés représentent, en poids, la masse presque totale de la ration alimentaire, les vitamines sont actives en quantité si petite, que leur présence avait échappé jusqu'à ces dernières années. Ces vitamines n'existent que dans les végétaux et les fruits frais, dans la viande, dans l'enveloppe des graines, dans les graisses et le lait. Elles sont détruites par la chaleur, si bien que des animaux pourvus d'une nourriture abondante et variée, mais composée d'aliments préalablement soumis, par cuisson prolongée, à une température élevée, succombent avec des symptômes paralytiques. Des accidents de même nature ont été décrits, sous le nom de scorbut, chez l'homme nourri exclusivement d'aliments de conserve. Ces accidents consistent essentiellement dans l'apparition d'hémorragies et de tuméfaction des gencives qui peuvent provoquer la perte des dents. Tous ces troubles cèdent rapidement à l'usage des fruits crus, de citrons et d'une manière générale de végétaux frais. Des manifestations analogues ont été observées chez les nourrissons élevés avec des laits de conserve stérilisés.

Il y a donc le plus grand intérêt à ménager les vitamines, dans les méthodes de conservation du lait par la chaleur.

Altération du lait.

Il est évident que la valeur alimentaire du lait dépend étroitement de sa composition chimique, et par conséquent de tous les facteurs susceptibles de la modifier. Les fraudes sont une des causes essentielles d'altération du lait.

FRAUDES. — Elles sont de diverses natures.

1° *Le mouillage*, pratique bien connue, qui consiste à ajouter de l'eau au lait. Cette falsification a non seulement pour effet de diminuer la valeur nutritive du lait, mais de l'exposer aux contamina

Digitized by Google

tions par l'eau de coupage, qui peut contenir des germes de maladies (fièvre typhoïde).

Le mouillage se reconnaît à l'abaissement de la densité, à une teneur suffisante en lactose et à la diminution de l'extrait total, c'est-à-dire du poids de matières en solution dans le lait.

2° *Ecrémage.* — Cette fraude, dont on connaît la fréquence, consiste à soustraire une partie de la crème qui, au lieu de représenter environ 40 grammes par litre, peut tomber à 7 et même 5 grammes par litre. Il existe des procédés spéciaux destinés à déterminer la richesse en crème du lait ; on peut simplement l'apprécier, avec une approximation suffisante pour la pratique, en déterminant la hauteur relative de la couche de crème qui se forme dans une éprouvette graduée appelée crémomètre. L'éprouvette est remplie jusqu'au zéro de la graduation ; l'épaisseur de la couche de crème doit être d'environ quatorze divisions.

3° *Addition de matières étrangères.* — Certains fraudeurs essaient de masquer l'écrémage en rajoutant de la graisse et le mouillage en sucrant le lait avec du lactose.

Rôle des microbes dans les altérations du lait.

Il ne suffit pas que le lait renferme les proportions normales de ses constituants habituels. Il convient, au surplus, qu'il n'ait pas subi d'altérations et qu'il ne contienne pas de germes capables de transmettre des maladies.

Le lait est un des aliments les plus altérables ; abandonné à lui-même, il ne tarde pas à prendre une réaction acide qui lui donne une saveur aigrelette ; peu après, il se coagule en donnant des caillots qui nagent dans un sérum jaunâtre. On dit que le lait est caillé. Ces altérations sont favorisées par la chaleur et se produisent beaucoup plus rapidement l'été que l'hiver. Elles sont dues à une multiplication abondante de microbes provenant de l'air et surtout des litières qui contaminent inévitablement le lait au cours des manipulations de la traite. Il suffit, pour se rendre compte de l'importance de cette souillure, de filtrer le lait sur papier ; on recueille des dépôts de matières brunes où l'on reconnaît souvent jusqu'à des parcelles de la paille des litières.

Les microbes utiles à l'industrie laitière. — Les ferments lactiques. — Les microbes se multiplient rapidement dans le lait qui est pour eux un excellent milieu de culture. Le plus important d'entre eux est le ferment lactique ; ce microbe forme, aux dépens du lactose ou sucre de lait, l'acide lactique qui donne au lait tourné sa réaction acide. Le lait caillé est une culture massive de ferment lactique ; d'où la pratique d'amorcer une nouvelle coagulation par addition à un lait frais d'une cuillerée de lait caillé ; la ménagère réalise ainsi un véritable ensemencement. On connaît plusieurs variétés de ferments lactiques dont certains sont utilisés par l'industrie laitière.

Le *yoghourt* ou *maya bulgare* est une sorte de caillé acide, préparé avec le bacille bulgare. Ce germe présente son maximum d'activité entre 45 degrés et 50 degrés. Le meilleur mode de préparation du yoghourt consiste à ajouter la dose de ferment nécessaire au lait préalablement porté à 50° et placé dans une marmite norvégienne. De cette manière, le lait garde pendant une nuit entière la température propice à la fermentation bulgare. Le képhyr est obtenu par ensemencement du lait avec une semence mixte, formée de grains irréguliers, constitués par l'association d'une levure et d'un ferment dont la collaboration donne une boisson contenant de l'acide lactique produit par le ferment lactique, et de l'alcool dû à l'activité de la levure.

Les microbes nuisibles à l'industrie laitière. — Tandis que les ferments lactiques sont inoffensifs pour la santé, la majorité des germes de contamination constituent des espèces nuisibles qui, malheureusement, trouvent dans le lait un milieu très propice dans lequel ils peuvent se multiplier très rapidement. Par exemple, un lait contenant, au moment de la traite, 9 000 germes par centimètre cube, en contenait 36 000 après deux heures, 60 000 après sept heures, et 5 millions par centimètre cube après vingt-quatre heures. Cette observation est importante. Elle indique la nécessité de transporter le lait aussi rapidement que possible du lieu de production aux centres de consommation. C'est pour ces raisons qu'on s'est efforcé d'*accélérer le transport du lait* par wagons spéciaux ou par service automobile.

La température a, elle aussi, une influence capitale sur la vitesse de multiplication des germes et sur la conservation du lait. C'est ainsi qu'un lait contenant 9 000 germes par centimètre cube au moment de la traite et conservé à des températures différentes renfermait après quinze heures :

A 15° : 100.000 germes par centimètre cube.
A 25° : 72 millions de germes par centimètre cube.
A 35° : 165 millions de germes par centimètre cube.

Le même lait conservé à la glacière renfermait seulement 12.000 germes. D'où l'indication de *garder le lait à une température aussi basse que possible.*

Au Danemark, les laiteries mettent à la disposition des producteurs des seaux à double fond contenant de la glace disposée entre les deux parois du récipient. De même, aux États-Unis et dans différentes contrées, le lait est mis en réserve dans des glacières aussitôt après la traite.

Digitized by Google

On a pu constater, par les quelques chiffres rapportés ci-dessus, que le lait est généralement très contaminé. Voici, à titre d'indications, quelques données relatives au nombre de germes contenus par centimètre cube de lait livré à la consommation, On a trouvé 60.000 à 100.000 germes par centimètre cube à Munich, 150.000 à Pétrograd, 10.000 à Berne; la plus importante de mortalité du nourrisson.

Les autres maladies transmises par le lait sont : la fièvre typhoïde, la fièvre de Malte et la tuberculose.

La *fièvre typhoïde* se contracte surtout par l'usage d'eaux de boisson contaminées. Mais 15 à 20 p. 100 des cas sont dus à l'usage du lait. Il s'agit rarement

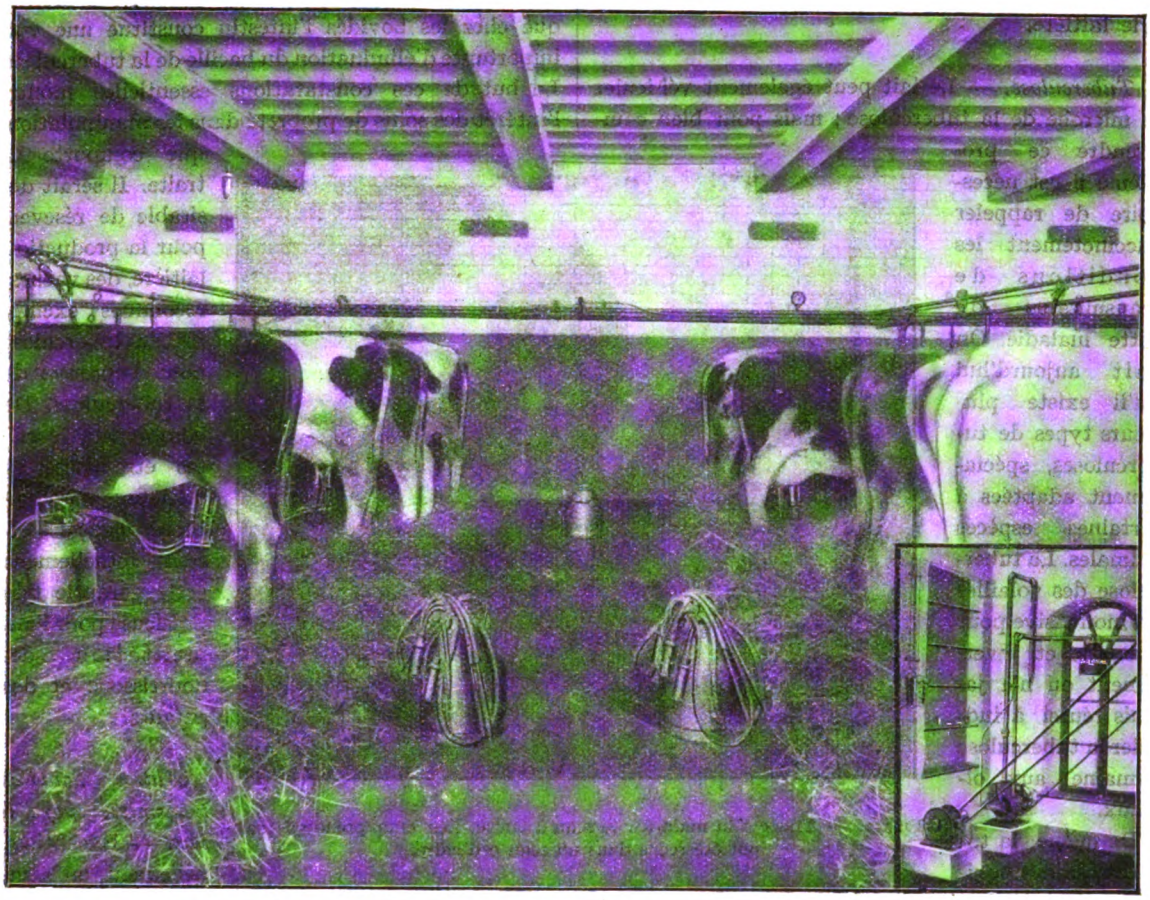


Fig. 1. — Machine à traire fonctionnant électriquement.

à New-York, par suite de contrôle sévère exercé sur les conditions de récolte du lait, la proportion de germes par centimètre cube a pu être réduite de 30.000 à 5.000, chiffre correspondant à un lait qui peut être considéré comme très propre.

Maladies transmises par le lait.

Lorsque la contamination du lait est discrète, l'organisme n'en souffre aucun préjudice. Mais si le lait est envahi par une pullulation microbienne intense, les produits sécrétés par ces germes s'accumulent et peuvent produire, chez le nourrisson dont l'intestin est délicat, des intoxications et des diarrhées connues sous le nom de choléra infantile. Ces infections digestives représentent la cause

de cas isolés, mais de véritables épidémies qui éclatent brusquement dans la clientèle d'un fermier ou d'une laiterie. L'enquête révèle presque toujours la présence, chez le producteur, d'un typhique qui dissémine autour de lui les germes de la maladie. Dans un tel foyer d'infection le lait se contamine facilement et peut contenir des cultures massives du bacille de la typhoïde.

C'est pour éviter cette menace que la loi exige du médecin la déclaration de la fièvre typhoïde, comme de toute maladie contagieuse. Parfois, la source de l'infection est plus discrète. Il s'agit d'un ancien malade paraissant bien portant mais continuant à héberger, pendant des mois, dans son intestin, le microbe de la maladie dont il a souffert. On conçoit aisément que de tels sujets auxquels on réserve le

Digitized by Google

nom de « porteurs de germes » constituent une véritable menace lorsqu'ils sont chargés de la traite et appelés à manipuler le lait. Cet aperçu des dangers de la contamination du lait montre l'intérêt que comporte l'observation prolongée des convalescent de fièvre typhoïde en vue de s'assurer de la disparition certaine du microbe de la maladie avant de les autoriser à reprendre leurs occupations dans l'industrie laitière.

Tuberculose. — Le lait peut également véhiculer le microbe de la tuberculose ; mais pour bien comprendre ce problème il est nécessaire de rappeler succinctement les conditions de transmission de cette maladie. On sait aujourd'hui qu'il existe plusieurs types de tuberculoses, spécialement adaptées à certaines espèces animales. La tuberculose des volailles est inoffensive pour l'homme et inversement on n'a jamais réussi à inoculer la tuberculose humaine aux oiseaux.

Fig. 2. — Traite à la main sur le seau à traire. Les cinq premiers jets ont été reçus dans un seau ordinaire.

De même, la tuberculose des bovidés est peu contagieuse pour l'homme pour qui la maladie est presque toujours la conséquence d'une contamination d'origine humaine réalisée dans le milieu familial. Cependant 5 à 10 p. 100 des cas de tuberculose observés chez l'enfant et certaines formes de tuberculose de l'adulte seraient d'origine bovine, et auraient été contractées par l'usage d'un lait provenant de vaches tuberculeuses.

La tuberculose est très fréquente chez les bovidés ; 10 à 30 p. 100 des animaux sont trouvés, à l'abattoir, porteurs de lésions tuberculeuses ; 20 à 40 p. 100 des laits contiennent des bacilles tuberculeux. On a cru longtemps que ces bacilles étaient éliminés par le lait ; dans une certaine mesure, cette interprétation était exacte ; mais on a reconnu depuis que les bacilles tuberculeux sont surtout introduits dans le lait par des contaminations provenant des litières. Des expériences de Gosio, faites en Italie, ont montré que sur 51 échantillons de lait recueillis sans précautions spéciales, 16 contenaient des bacilles tuberculeux, tandis que sur 56 prélèvements affectés après toilette méticuleuse des mamelles, un seul renfermait le microbe de la tuberculose. Ces constatations extrêmement importantes ont été contrôlées aux États-Unis. En somme, la majorité des bacilles présents dans le lait proviennent des excréments des vaches. En effet, le professeur Calmette a montré que chez les bovidés l'intestin constitue une voie importante d'élimination du bacille de la tuberculose. Le but de ces constatations essentielles montre l'intérêt des soins de propreté dans les manipulations que comporte la traite. Il serait désirable de résever, pour la production laitière, des vaches, reconnues exemptes de tuberculose pour l'épreuve de la tuberculine. De nombreuses sociétés étrangères et quelques producteurs français offrent actuellement cette garantie très précieuse pour l'alimentation des nourrissons et des enfants.

Autres maladies transmises par le lait. — Exceptionnellement, on a vu des épidémies de diphtérie propagées par le lait, par suite de lésions diphtériques développées sur les mamelles de la vache. On a même prétendu que la fièvre aphteuse pourrait se transmettre à l'homme par le lait. Il n'est pas douteux qu'on puisse observer chez l'homme une affection de la bouche qui rappelle les lésions de la fièvre aphteuse des bovidés. Mais il s'agit là d'une simple analogie de symptômes, car on n'a jamais pu, jusqu'ici, inoculer directement la fièvre aphteuse à l'homme, et inversement, l'affection observée chez l'homme n'a jamais pu être transmise aux bovidés, malgré la susceptibilité bien connue de ces animaux (Le Bailly). L'homme n'est pas sensible à la fièvre aphteuse.

Organisation de la production laitière.

Les qualités du lait dépendent, dans une certaine mesure, du choix des vaches laitières. Les hollandaises

Digitized by Google

fournissent un lait abondant, mais maigre, pauvre en beurre et peu chargé en principes nutritifs. Les normandes, les bretonnes, les flamandes et les suisses fournissent un lait plus riche en matières grasses.

Du point de vue de l'hygiène, nous insisterons surtout sur les conditions de stabulation.

Conditions de stabulation. — Elles doivent viser, avant tout, à réaliser dans l'étable une propreté méticuleuse, afin d'éviter, ou tout au moins de restreindre, les risques de contamination qui sont la cause essentielle de l'altération du lait.

On ne devrait plus voir d'étables où le bétail croupit sur des litières déjà transformées en fumier par l'accumulation des excréments et l'imprégnation des urines qui souillent largement les mamelles des animaux. Dans ces litières rarement renouvelées, les larves de mouches pullulent et les insectes chargés de microbes bourdonnent autour des animaux; ils s'échappent de la ferme et se noient dans le lait qu'ils transforment en bouillon de culture.

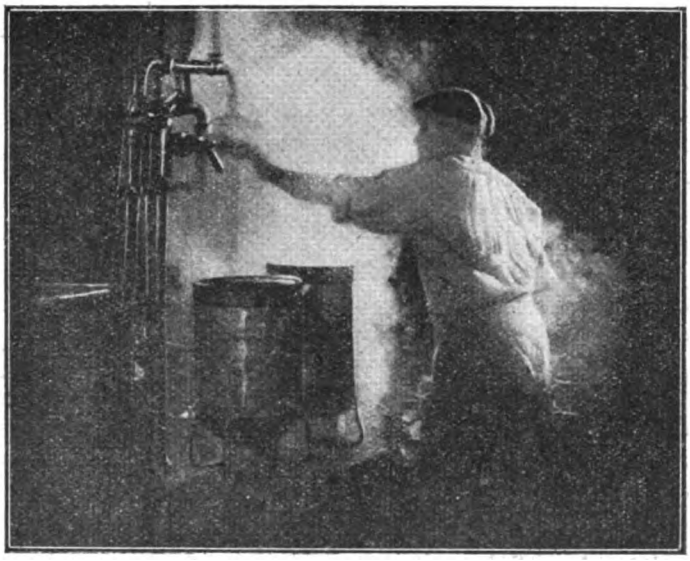


Fig. 3. — Stérilisation des récipients. La poterie est stérilisée sur une machine à injection de vapeur (la vapeur s'échappe en nuage dense du col du pot retourné).

Dans l'étable moderne, le sol, les murs et même le plafond doivent être construits en matériaux imperméables faciles à nettoyer sous un jet d'eau et, le cas échéant, à désinfecter. Le sol doit être cimenté et incliné (1 centimètre par mètre), afin de faciliter l'écoulement des liquides vers un caniveau relié à une fosse à purin. Les murs sont blanchis à la chaux. La lumière, ce puissant agent de destruction des microbes, doit pénétrer largement par des vastes baies vitrées qui permettent une ventilation facile. Chaque animal doit disposer de 25 mètres cubes d'air.

Les graminées forment les meilleures litières, la tourbe qui s'imprègne facilement d'urine doit être proscrite. Les litières devraient être changées chaque jour et l'étable nettoyée à grande eau.

La traite doit être effectuée dans un local spécial, si non la litière sera renouvelée une heure avant la traite de façon à éviter la souillure par les poussières. Dans les installations les plus récentes, les apirateurs de poussière si largement utilisés actuellement pour le nettoyage des appartements ont remplacé, pour la toilette des animaux, la brosse et l'étrille qui ont l'inconvénient de disséminer les germes dans l'air.

Soit par ignorance, soit par négligence, beaucoup d'étables sont encore mal tenues et il serait désirable d'introduire en France les règlements déjà en vigueur dans certaines contrées, notamment aux États-Unis et au Danemark qui prescrivent l'inspection vétérinaire des vacheries. Les animaux producteurs de lait devraient faire l'objet d'une déclaration du fermier, suivie d'un examen vétérinaire. L'épreuve de la tuberculine devrait être également obligatoire et les animaux injectés périodiquement. La propreté de l'étable serait soumise à un contrôle des plus sévères. A défaut d'un contrôle officiel, cette inspection pourrait être exercée par les sociétés laitières qui, ayant la responsabilité de livrer du lait de bonne qualité, auraient le plus grand intérêt à s'assurer des bonnes conditions de récolte et de conservation.

Traite et récolte du lait. — De la propreté de la traite dépend, dans une large mesure, la bonne conservation du lait. Tandis qu'un lait recueilli sans précautions spéciales contient plusieurs milliers de germes par centimètre cube, une toilette préalable des mamelles et des mains de l'opérateur réduit la contamination du lait à quelques centaines de microbes par centimètre cube. Les mamelles doivent être savonnées et rincées. Le trayeur doit avoir les ongles courts et les mains propres. Il est bon de passer une éponge mouillée sur les poils du ventre afin de les coller et de retenir les poussières. Il convient également de fixer la queue de l'animal. Le premier jet de lait qui contient toujours de nombreux microbes ne doit pas être recueilli.

Pour réduire la contamination au minimum, on a proposé de remplacer la traite manuelle par la traite mécanique dite aseptique, c'est-à-dire réalisée,

Digitized by Google

en principe à l'abri des microbes. L'appareil est constitué essentiellement par des cylindres de caoutchouc qui s'adaptent aux trayons et qui sont reliés, par l'intermédiaire de tubes flexibles, à un réservoir central dans lequel on fait le vide. Le lait est extrait par l'aspiration et se rassemble dans le réservoir. Plusieurs vaches peuvent être traites simultanément. Jusqu'à ces dernières années ces appareils présentaient certaines imperfections qui auraient été enfin surmontées, ainsi qu'en témoigne l'usage de plus en plus répandu de la traite aseptique dans les grandes exploitations laitières des États-Unis.

Récolte du lait. — Les récipients en faïence ou en métal étamé sont recommandables. Ils doivent être soigneusement nettoyés à l'eau bouillante, alcalinisée par addition de 1 p. 100 de carbonate de soude (cristaux des ménagères). Les sociétés laitières mettent à la disposition des fermiers des récipients stérilisés par la vapeur d'eau sous pression.

En somme, une propreté scrupuleuse doit présider à la traite et à toutes les manipulations du lait. C'est la condition essentielle de la bonne conservation du lait.

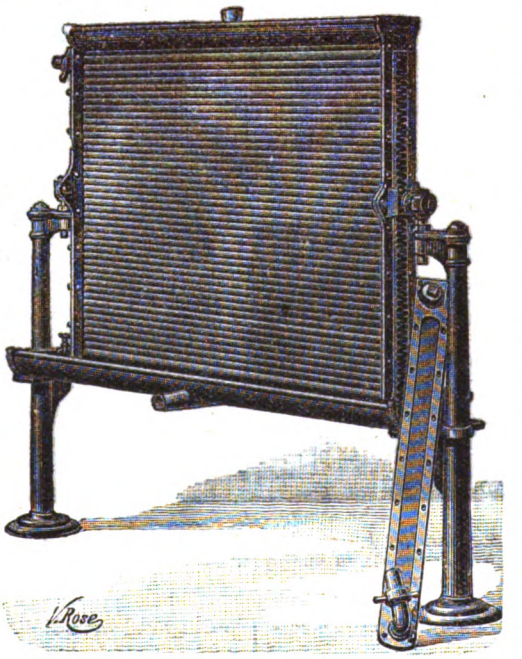


Fig. 4. — Appareil réfrigérant Lawrence.

Procédés de conservation du lait.

Parmi les innombrables procédés proposés, nous retiendrons surtout l'usage de produits chimiques, le froid et la chaleur.

1° *Produits chimiques.* — De nombreux produits chimiques ont été utilisés afin d'assurer une meilleure conservation. Le bicarbonate de soude, le borax empêchent le lait de tourner, en neutralisant les acides de fermentation qui font coaguler le lait. On a utilisé également, l'acide salicylique, l'acide borique ; les chromates alcalins sont parfois ajoutés au lait, en vue d'assurer sa conservation ou de lui donner une belle teinte jaune. De même ont été employés le formol et l'eau oxygénée.

Mais tous ces procédés sont dangereux, soit que les produits ajoutés se montrent toxiques, soit qu'ils masquent simplement les altérations en empêchant la coagulation ; aucun d'entre eux n'empêche la multiplication microbienne et tous sont condamnés par *la loi qui interdit expressément l'addition de produits chimiques au lait.*

2° *Conservation par le froid.* — Nous avons vu que le froid, en s'opposant à la multiplication des germes, assure une bonne conservation du lait, comme de toute denrée alimentaire. Par suite des progrès considérables réalisés par l'industrie du froid, la réfrigération est aujourd'hui d'un usage courant dans les laiteries américaines. Dans certaines exploitations de l'État de New-York, le lait prélevé par traite aseptique est immédiatement emmagasiné dans des réservoirs à basse température et transporté sans tarder, en wagons frigorifiques, à destination des centres de consommation. Comme les vaches laitières sont soigneusement sélectionnées et reconnues indemnes de tuberculose par l'épreuve de la tuberculine, il est inutile, dans ces conditions, de soumettre le lait à des opérations destinées à le débarrasser des germes qu'il peut contenir. Mais de telles organisations ne peuvent être envisagées dans nos contrées où la production laitière est assurée par de petites exploitations.

3° *Conservation du lait par la chaleur.* — Dans les conditions actuelles de la production laitière, la chaleur représente le procédé de conservation de choix.

En raison de la négligence ou de l'ignorance de la plupart des laitiers, le lait est inévitablement contaminé. La chaleur, en détruisant la plupart des germes qu'il contient, retarde son altération.

L'*ébullition à l'air libre* est à juste raison utilisée par les ménagères. Mais il ne faut pas se borner à chauffer le lait jusqu'à ce qu'il « monte » car la température atteinte à ce moment n'est que de 80 degrés ; il faut rompre la membrane qui se forme à la surface et attendre la seconde montée qui répond à la véritable ébullition (101°). A cette température, tous les germes de maladies sont détruits (1), car *il n'y a pas de microbes dangereux qui résistent à quelques minutes d'ébullition.* L'ébullition est d'au-

(1) On trouve dans le commerce de petits disques en métal émaillé de forme concave et portant des rainures circulaires, qu'il suffit de placer au fond des récipients pour éviter la montée du lait et permettre une ébullition suffisante.

Digitized by Google

tant plus efficace qu'elle a été pratiquée plus près de la traite, avant que les microbes aient eu le temps de se multiplier abondamment.

Le lait destiné à l'alimentation des nourrissons peut être réparti en biberons que l'on dispose à l'intérieur d'une marmite formant bain-marie dans laquelle on fait bouillir de l'eau. L'ébullition est maintenue pendant quarante minutes ; les biberons doivent être immédiatement refroidis dans l'eau. Il existe d'ailleurs des dispositifs spéciaux spécialement construits pour cet usage et connus sous le nom d'appareil de Soxhlet.

Stérilisation du lait. — On trouve même, dans le commerce, des laits stérilisés, c'est-à-dire complètement débarrassés des germes par un chauffage dans des autoclaves permettant d'atteindre des températures élevées (110 degrés). Ces laits se conservent indéfiniment. On leur reproche cependant d'être dépourvus de vitamines.

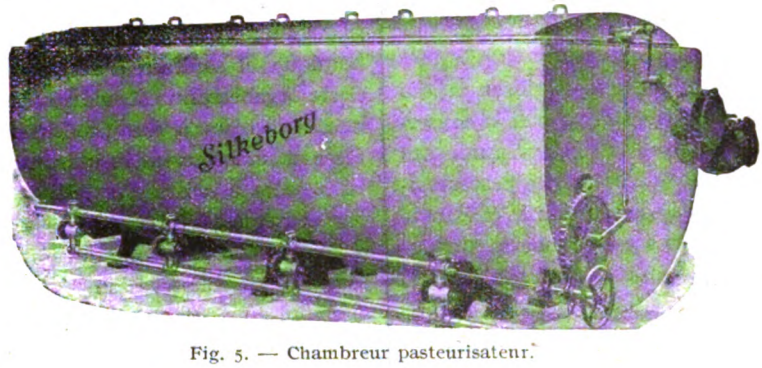


Fig. 5. — Chambreur pasteurisateur.

Pasteurisation. — Comme les méthodes de stérilisation sont onéreuses, on leur a substitué, dans l'industrie laitière, des procédés qui, sans réaliser une stérilisation absolue, débarrassent néanmoins le lait de la majorité des germes qu'il contient et suffisent à assurer sa conservation pour une durée de plusieurs jours.

La pasteurisation est une méthode générale, proposée par Pasteur pour la conservation de la bière ; elle consiste, en principe, à porter le lait à une température élevée et à le refroidir rapidement afin d'éviter toute nouvelle multiplication microbienne. On distingue deux procédés principaux de pasteurisation : la pasteurisation haute et la pasteurisation basse.

Dans la *pasteurisation haute*, le lait est maintenu pendant deux à trois minutes à 85° et refroidi immédiatement. Cette méthode est d'une efficacité indiscutable ; elle détruit 99 p. 100 des germes du lait, y compris les microbes de la fièvre typhoïde et de la tuberculose. Mais on lui a reproché d'altérer la saveur du lait qui prendrait un goût de « cuit » ou de « suif » ; les vitamines seraient détruites et, surtout, la montée de la crème serait supprimée, ce qui constitue, aux yeux des ménagères, un grief des plus graves.

La méthode de *pasteurisation basse* ou méthode américaine, qui consiste à chauffer le lait pendant vingt minutes à 63° n'aurait pas ces inconvénients. Elle assurerait la destruction des microbes avec la même efficacité, même celle du microbe de la tuberculose qui est le plus résistant. Au surplus, elle respecterait les vitamines, ne modifierait pas le goût et ne s'opposerait pas à la montée de la crème, ce qui a assuré son succès auprès des ménagères.

La figure 3 représente le schéma d'une installation de pasteurisation basse. Le lait est tout d'abord accumulé dans le bassin de réception A. De là, il est dirigé sur le pasteurisateur B, pour être rapidement amené à la température de 63°. Ce pasteurisateur est constitué par un cylindre vertical, dont la double paroi est maintenue à 63° par une circulation de vapeur. Le lait est introduit par la partie inférieure (*a*). Une bande hélicoïdale intérieure (*h*) qui se déplace le long de la paroi, entraînée par un axe vertical, imprime au lait un mouvement ascensionnel qui l'amène au contact de la paroi dont il prend la température. Le lait s'élève en formant une lame qui double la surface intérieure du cylindre et arrive à la partie supérieure du pasteurisateur. Il s'écoule, par le tube *b*, dans une cuve de grande capacité C, appelée chambreur-pasteurisateur, où il est maintenu à la température de 63° au moyen d'une circulation de vapeur. Afin d'égaliser sa température, la masse est continuellement brassée par un dispositif à palettes (*r*). Après avoir séjourné vingt minutes dans cette cuve, le lait est dirigé sur l'appareil réfrigérant de Lauvrence (D), où il s'écoule à la surface de tôles ondulées refroidies par une circulation de saumure (eau glacée, additionnée de sel pour éviter la congélation). A la sortie de l'appareil le lait refroidi est emmagasiné dans des cuves frigorifiques en attendant d'être réparti dans les flacons ou récipients de distribution.

Procédé de pasteurisation en couche mince. — Stassano a récemment proposé un procédé de pasteurisation très ingénieux qui consiste, en principe, à faire circuler le lait en couche mince entre deux surfaces présentant un intervalle de moins d'un millimètre et chauffées par immersion dans un bain-marie à 80° ; les microbes sont attirés par les surfaces, comme de petits fragments de liège par les parois

Digitized by Google

d'un tube ; ils sont portés immédiatement à la température du bain-marie, tandis que le lait circulant dans la totalité du tube supporte une température moins élevée. Il en résulte une destruction très active des germes, tandis que le lait, soumis à un chauffage modéré, ne présente pas d'altération appréciable; la crème monte comme dans le lait normal, le goût est intact et le lait se conserve trois à quatre jours sans s'altérer. Ce procédé, dont l'efficacité paraît supérieur à celle des méthodes précédentes, a fait l'objet d'applications industrielles intéressantes.

Valeur des méthodes de pasteurisation. — Dans les conditions actuelles d'approvisionnement, en raison du morcellement de la propriété rurale, le lait provient habituellement de plusieurs producteurs ; il est, de ce fait, exposé à de nombreuses causes de contamination et la pasteurisation peut rendre de grands services.

Mais il ne faut pas confondre la stérilisation qui supprime la totalité des germes et permet la conservation indéfinie du lait, avec la pasteurisation qui détruit 99 à 99,9 p. 100 des microbes. La pasteurisation détruit assez de germes pour assurer la conservation du lait pendant quelques jours ; mais la proportion de germes épargnés n'est pas négligeable, surtout lorsqu'il s'agit d'agents de maladies (fièvre typhoïde). Il suffit que quelques unités de ces germes dangereux aient échappé à la pasteurisation pour se multiplier et repeupler secondairement le lait.

Les méthodes de pasteurisation sont donc, avant tout, des procédés de conservation.

En effet, quelle que soit la valeur théorique de ces méthodes, la pratique a montré leur insuffisance dans certaines circonstances. De graves épidémies ont frappé la clientèle de certains établissements délivrant du lait pasteurisé à basse température, dans des conditions techniques qui paraissaient satisfaisantes. Il est évident que les conditions de pasteurisation ne sont pas comparables au laboratoire où les recherches portent sur quelques litres et à l'usine où l'on opère sur des mètres cubes.

Contrôle médical de la production laitière. — La valeur relative des méthodes de pasteurisation fait ressortir l'importance du contrôle médical de l'industrie laitière, incombant à la fois au vétérinaire chargé d'inspecter les conditions de production et au médecin ayant mission de surveiller la santé du personnel appelé à manipuler le lait. On a, à juste raison, organisé le contrôle des abattoirs ; celui de la production laitière, par son importance et ses conséquences, est d'une urgence bien plus grande. C'est à l'impureté du lait que nous devons pour une large part notre mortalité infantile, encore si élevée.

Contrôle de la vente. — La vente directe qui s'impose à la campagne, diminue certainement les causes d'altérations du lait en réduisant les manipulations à un minimum. Le consommateur doit être cependant averti de la nécessité de soumettre le lait à l'ébullition afin d'assurer sa conservation et de détruire les germes de maladies transmissibles.

La législation de plusieurs pays interdit, à juste raison, le commerce des intermédiaires qui se contentent de collecter le lait de plusieurs producteurs. En effet, tout lait mélangé contient fatalement des bacilles tuberculeux et les manipulations que comporte ce commerce entraînent des contaminations graves. Tout lait mélangé devrait être pasteurisé.

Certaines sociétés laitières ont parfaitement organisé le commerce de l'industrie du lait. Elles ont compris l'importance et la rapidité des transports réalisés dans de bonnes conditions et l'avantage économique et sanitaire d'une efficace pasteurisation. Cette organisation est évidemment plus accessible à une Société qu'à des producteurs isolés dont les moyens sont souvent insuffisants. Ces Sociétés sont intéressées à acheter le lait à sa valeur réelle et par conséquent à contrôler sa composition et les conditions de la récolte qui ont une influence capitale sur sa conservation.

Enfin, en devenant un organisme de vente indispensable au producteur, ces Sociétés sont à même, mieux que les pouvoirs publics, de faire l'éducation du fermier et de lui imposer un contrôle efficace. Elles ont donné d'excellents résultats et contribué dans bien des contrées à l'amélioration de la production.

Mais toutes ces mesures de protection seraient illusoires sans un contrôle sévère des petits détaillants qui peuvent faire subir au lait de nouvelles altérations résultant de manipulations malpropres ou frauduleuses. C'est pourquoi l'efficacité des méthodes de contrôle et de conservation dépend de la livraison du lait en flacons cachetés ; ce mode de livraison est, à juste raison, imposé légalement par certaines municipalités allemandes et certains États américains ; elle sera bientôt réalisée par la Laiterie Municipale de Strasbourg. A défaut de l'initiative privée, certaines municipalités ont pris l'initiative d'entrer en relations avec les producteurs, en vue d'organiser la récolte, la pasteurisation et la vente du lait. Ces laiteries municipales, contrôlées par un personnel technique et médical, semblent constituer la solution de choix du problème, compatible avec les intérêts du fermier. Elles représentent de véritables organismes d'hygiène publique. Débarrassées de tous soucis économiques, elles n'ont pas à assurer à leurs actionnaires des bilans trop avantageux et peuvent consacrer une part importante de leurs bénéfices à l'amélioration de leurs services, dans l'intérêt de la santé publique

Digitized by Google

Informations scientifiques

Un tunnel entre l'Afrique et l'Europe. Il en a été parlé, — mais pas pour la première fois, — à l'Académie des Sciences par M. C. Ibanez de Ibero, qui a étudié un premier avant-projet de ligne Paris-Dakar.

La construction d'un tunnel sous le détroit de Gibraltar n'est pas sans présenter des difficultés. Au lieu que le Pas-de-Calais est dû à l'érosion d'un isthme, jusqu'à faible profondeur, érosion lente et sans secousses, le détroit de Gibraltar résulte d'un cataclysme, d'une fracture, et le fond se trouve, non pas à 70 mètres comme dans le Pas-de-Calais, mais à 1 000 mètres. D'autre part, à Gibraltar, le fond rocheux, compact, est difficile à travailler, au lieu que le fond du Pas-de-Calais est en craie argileuse, pouvant aisément être travaillée, et assez résistante pour ne pas s'écrouler.

Quel serait le tracé du tunnel? On ne peut utiliser la partie la plus resserrée du détroit, de Punta de Guadalmesi à Punta de Cèrès (13 kilomètres 800 en ligne droite). Car alors, il faudrait se tenir au-dessous de 900 mètres de profondeur. Au lieu que dans la Baie de Vaqueros, près Tarifa, à Tanger, les profondeurs sont bien moindres (396 mètres au maximum). Mais, par contre, il faudrait 53 kilomètres de tunnel. Aussi l'ingénieur espagnol donne-t-il la préférence au premier tracé comportant 48 kilomètres de tunnel dont 32 kilomètres sous-marins et 16 de travaux d'approche.

On exécuterait trois galeries : d'abord une ligne auxiliaire de 3 mètres de diamètre, tracée en contrebas de la ligne du tunnel qui, lui, serait construit au moyen de rameaux transversaux aboutissant à l'axe, et pour évacuer les eaux et déblais. Les deux autres galeries livreraient passage à la double voie ; elles seraient de forme circulaire, ayant chacune 5 mètres de diamètre, reliées de distance en distance par des galeries transversales. Ventilation automatique ; extraction des déblais par pulvérisation et évacuation sous forme de boue après addition d'eau, au moyen de relais de pompes.

Voie double, à écartement normal de 1m,44 (qui n'est pas celui des voies espagnoles, soit dit en passant.) Le trajet se ferait, selon le cas, en 30, ou 45 minutes. Pourraient passer au besoin 120 trains par jour, avec 120 000 tonnes. Les travaux exigeraient cinq ou six ans. Dépense selon les tracés, 300 ou 500 millions de pesetas. L'établissement du tunnel ouvrirait les voies les plus rapides entre l'Europe, l'Afrique et l'Amérique du Sud. Et avec rattachement aux voies Cap au Caire, et Transsaharienne, une nouvelle liaison serait établie entre l'Europe Occidentale, l'Afrique et l'Extrême-Orient. Les avantages sont évidents pour la France et l'Espagne au point de vue de la mise en œuvre du Maroc.

Hyperpressions. — M. C. Matignon a présenté à l'Académie des Sciences une note intéressante de M. J. Basset, relative à un appareil pour réaliser des expériences physiques ou chimiques, à toutes températures variées sous des pressions liquides de 15 000 kilogrammes par centimètre carré. L'appareil peut être réglé pour pressions très variées, de quelques centaines de kilogrammes à plus de 20 000, ce qui donne de la marge. Il paraît fort ingénieux. L'effet ultime de la pression s'exerce sur des chambres d'expérience contenant des creusets à réaction et fours électriques. La perfection des joints glissants est telle que les pressions employées peuvent être maintenues pendant plusieurs jours sans qu'il soit besoin de toucher aux appareils pour compenser les fuites, celles-ci étant inexistantes. L'appareil n'est ni lourd, ni encombrant : 1m,50 de hauteur et 300 kilogrammes de poids. Il utilise des aciers spéciaux longuement étudiés et expérimentés et, d'après l'auteur, est d'une sécurité absolue.

Lithium et strontium dans les dents et les os. — MM. W. Desgrez et J. Meunier ont exposé à l'Académie des Sciences leurs raisons de considérer le lithium et le strontium comme étant les éléments normaux des os et des dents. Les spectrogrammes en effet en révèlent la présence de façon non douteuse : le lithium à l'état de phosphate, le strontium à l'état de carbonate. A quoi servent-ils? Cela ne nous est pas dit.

Epithélium et diathermo-coagulation. — M. E. Marquès a relaté dans la *Presse Médicale* (23 juillet) une intéressante observation prise sur lui-même, d'un épithélioma de radiologiste, traité par la diathermo-coagulation par M. Bordier, de Lyon, qui en a fait sa spécialité. Le Dr G. Marquès, de Toulouse, fait de la radiologie et de la radiothérapie depuis 1900. Jusqu'en 1925 pas d'accidents d'importance; quelques petits verrucômes des mains. Mais en 1925, léger érythème du visage, et en 1926, un petit acné d'aspect atrophique ou cicatriciel existant depuis 1924 au nez, se modifie après un coup de soleil et tend à devenir surélevé. Des capillaires néoformés se montrent; puis des papillômes, puis de l'hyperératose. En décembre 1926, le diagnostic d'épithélioma est porté. Rayons X et radium sont déconseillés comme pouvant exciter la prolifération d'autres régions, et c'est la méthode d'électro-coagulation du Dr Bordier qui est employée. Cicatrisation parfaite, résultat excellent. Aussi M. Marquès conseille-t-il d'utiliser plus souvent la diathermo-coagulation qui, dit-il, « n'est pas encore appréciée à son inestimable valeur ».

La Société Marémotrice de l'Aher Vrac'h. — Une société sera prochainement constituée en vue d'édifier et exploiter la Station marémotrice d'essai de l'Aher Vrac'h, à l'effet d'y produire industriellement du courant au moyen de la force des marées par l'emploi de procédés brevetés de la Société technique d'études et d'entreprises pour l'industrie. Cette Société, nous est-il dit, aurait résolu les problèmes techniques nouveaux et nombreux posés par l'utilisation des marées. Elle aurait reconnu que les turbines ordinaires ne peuvent donner aucun résultat, et mis au point des turbines nouvelles, spéciales, réversibles, fonctionnant à vitesse variable. Une solution d'ensemble a été présentée par la Société dont il s'agit, au concours institué par la Commission la Houille bleue, et a été reconnue comme étant de beaucoup la meilleure, ce qui fait qu'elle a été adoptée pour l'établissement de la première station marémotrice. Peut-être est-il prématuré d'ajouter qu'elle sera adoptée pour toutes autres

Digitized by Google

stations à construire ultérieurement. Il ne faut pas limiter les possibilités et déclarer d'ores et déjà que jamais aucun progrès ne sera possible dans cette voie. Quoi qu'il en soit, il nous est dit que la solution proposée est, à la fois, la plus rationnelle et la plus économique.

L'usine marémotrice comportera un équipement de 7 000 kilowatts réparti en quatre groupes turbine-alternateur de 1 750 kilowatts chacun. La production annuelle d'énergie sera de 12 millions de kilowatts qui seront distribués dans le Finistère et les départements voisins. On a évalué les frais du premier établissement à 35 millions de francs. Les capitaux comprendront 7 millions en actions privilégiées, 10 en actions de second rang souscrites par l'Etat, et 20 millions en obligations garanties par l'État, au titre de 500 francs, émises à 465 francs, remboursables au pair, taux 7 p. 100 net d'impôts. Le service financier est entièrement garanti par l'Etat.

Télescope aplanétique. — MM. Chrétien et Ritchey ont présenté à l'Académie des Sciences un intéressant instrument, un télescope aplanétique très simplifié, qu'ils étudiaient depuis longtemps.

Le rapport d'ouverture devait rester de l'ordre de grandeur de celui des instruments ordinaires : D = *f*-6 ; le champ devait être amélioré, mais non nécessairement plus étendu.

Il s'agissait surtout de réduire la longueur d'encombrement du télescope et, par suite, le diamètre de la coupole. De plus, on voulait ramener l'image à se former vers le centre de celle-ci, afin de simplifier les dispositifs d'accès à l'oculaire, toujours si compliqués, onéreux et incommodes avec les télescopes de forme ordinaire.

La disposition inventée en 1672 par Guillaume Cassegrain, avec second miroir amplificateur, était donc tout indiquée.

Au point de vue purement optique, disposant de deux sections méridiennes de miroirs au lieu d'une, on a cherché, évidemment, à en profiter pour corriger l'aberration non seulement sur l'axe, mais encore dans son voisinage immédiat, et obtenir ainsi un instrument *aplanétique* au sens moderne du mot.

Ce même problème avait été abordé et résolu antérieurement par K. Schwarzschild pour une autre disposition, certainement plus avantageuse au point de vue de l'ouverture relative et de l'étendue du champ, mais tout à fait inutilisable pour le but qui était poursuivi précisément à cause de son encombrement, encore plus grand que celui des instruments ordinaires.

Il fallait toutefois, pour commencer, opérer en petit et établir un modèle réduit. C'est ce qui a été fait, et c'est ce modèle qui a été présenté à l'Académie.

Le premier miroir mesure $0^m,505$ de diamètre ; il est concave et sa longueur focale est de $1^m,64$. Le second miroir, qui est convexe, mesure $0^m,18$ de diamètre ; sa longueur focale est de $1^m,11$. Il est placé à $1^m,06$ du premier, dont il agrandit l'image, 2,1 fois, de sorte que l'ouverture relative finale est égale à 1-6,825, la longueur focale de la combinaison se trouvant portée à $3^m,45$.

L'image se forme à $0^m,16$ en arrière du grand miroir qui a été percé en son sommet d'un trou de $0^m,13$ de diamètre pour permettre l'observation directe. La longueur totale de l'instrument est ainsi de $1^m,22$.

La coupole nécessaire pour abriter un grand instrument de ce type, dont le premier miroir aurait $2^m,50$ de diamètre, aurait elle-même un diamètre de 12 mètres, tandis qu'avec la disposition ordinaire, il a fallu lui donner environ 30 mètres. Au cours de son travail nocturne, l'observateur doit se tenir à l'extrémité supérieure du tube, c'est-à-dire se déplacer, avec tout son matériel, à la surface même de cet immense dôme. Avec la nouvelle disposition l'observateur sera pratiquement immobile au centre de la salle. Et ce résultat est obtenu avec le même nombre de miroirs que dans le télescope newtonien ordinaire.

Analyse spectrale et recherche des impuretés métalliques. — MM. E. Bayle et L. Amy ont présenté à l'Académie des Sciences une note sur le procédé d'analyse spectrale consistant à photographier le spectre ultraviolet d'une étincelle fortement condensée jaillissant entre deux électrodes de charbon. La matière à analyser est, au préalable, introduite avec de l'huile, et broyée en une pâte que l'on fixe sur les charbons. La limite de sensibilité de cette méthode par l'examen des raies ultimes (de Gramont) varie selon le métal : elle est d'habitude comprise entre le dixième et le centième de milligramme (10^{-4} et 10^{-3} grammes). Les auteurs généralisent la méthode de Jolibois et Bonnet (électrolytique).

Il est fait emploi d'une cathode simple, qui plonge jusqu'au fond de la solution à électrolyser, contenue dans un tube à essais. La partie située dans le liquide est isolée ; seule, l'extrémité sur laquelle s'effectue le dépôt métallique reste à nu ; on peut faire bouillir le liquide, ce qui favorise l'électrolyse et permet d'augmenter l'intensité du courant.

Les recherches ont porté sur l'argent, le plomb, le cuivre, le cobalt, le nickel, le fer, le chrome, le manganèse et le zinc; on a également vérifié les résultats obtenus par Jolibois et Bonnet pour l'or.

La sensibilité de la méthode, de beaucoup supérieure à celle de la technique ordinaire des spectres d'étincelles, est de l'ordre de celles des expériences de Walter, Hartley, et Henry Moss.

« Le dépôt électrolytique se produit en présence d'une masse même très importante de sels alcalins, alcalino-terreux ou ammoniacaux. On peut de même déposer des traces de cuivre, de plomb, d'argent, etc. en présence de zinc, de manganèse, de chrome, etc., ce qui permet de retrouver des traces d'un métal dans une masse importante de sels. Nous avons pu ainsi retrouver 1/10 000e de milligramme de fer dans 1 gramme d'acide citrique, de sulfate d'ammoniaque, etc., soit 1 p. 10 000 000 ; 1/10 000e de milligramme de cuivre dans $0^{gr},50$ de zinc, soit une partie pour 5 000 000. La méthode de de Gramont d'analyse des métaux ne permettrait guère de retrouver moins d'une partie de cuivre dans 100 000 de zinc. » Les auteurs ont encore appliqué la méthode à des recherches judiciaires telles que l'examen de traces de projectiles, de débris de peinture, de textes surchargés, de documents lavés, etc. Ils augmentent ainsi la sensibilité de la recherche spectrographique en gardant les avantages de la technique courante ; une très grande certitude et l'obtention de clichés photographiques pouvant servir de pièces à conviction.

Le tableau suivant résume les sensibilités en grammes de la méthode :

Au.. 10^{-6} Pb.. 10^{-10} Co.. 10^{-7} Fe.. 10^{-7} Mn.. 10^{-10}
Ag.. 10^{-6} Cu.. 10^{-7} Ni. 5×10^{-7} Cr. 10^{-8} Zn°. 10^{-8}

Digitized by Google

A propos d'un réflexe

L'eau à la bouche

PAR

M. MANQUAT

Professeur à l'Université catholique d'Angers.

L'eau à la bouche !... Ce titre paraîtra singulier pour un article scientifique. Avouons sans ambages que nous le trouvons moins rébarbatif que celui de *Réflexes conditionnels* qui aurait dû se trouver ici. L'auteur que nous entreprenons d'analyser et qui vient de publier (plus exactement, dont on vient de traduire du russe en français) un ouvrage de physiologie (1) auquel déjà quelques critiques ont décerné des éloges, a pris pour point de départ de ses recherches sur les réflexes à distance qu'il nomme réflexes conditionnels, les phénomènes de la sécrétion salivaire. Et comme le sujet qu'il traite peut se résumer sous cette forme : « Pourquoi et comment l'eau vient-elle à la bouche d'un chien quand on lui présente sa pâtée? », il nous a semblé permis d'intituler ces lignes comme nous venons de le faire.

Qu'on ne se hâte pas de juger de mince importance la question que se pose M. Pavlov. Tout est dans tout. Le problème de la matière trouverait sa solution dans la connaissance totale d'une goutte d'eau, celui de la vie dans la parfaite explication d'un réflexe. Car, comme le chimisme tient dans le mot réaction, il n'est rien des manifestations vitales d'un être vivant complexe qui ne se réduise en définitive à la réplique motrice d'une excitation sensitive (2).

***

Qu'est-ce donc qu'un réflexe?

Il est plus utile de l'expliquer concrètement que de le définir d'une façon abstraite. Un homme veut, à un certain moment, se rendre compte du degré de chaleur produit par son fourneau allumé. Il pose avec précaution l'extrémité de son index sur cet objet et, s'il juge qu'il risque de se brûler, retire le doigt. Cet homme vient de faire un acte *réfléchi*. Le physiologiste l'explique ainsi : les terminaisons tactiles du doigt de cet homme ont reçu, de la part de la chaleur, une excitation qui fut transmise, par l'intermédiaire de sa moelle épinière, jusqu'à son cerveau et ce, par le moyen d'un nerf sensitif. Quand, après réflexion consciente, le sujet a décidé de retirer le doigt, les couches superficielles grises de ses hémisphères cérébraux ont donné l'ordre aux muscles de son bras, par le ministère des nerfs moteurs, de réaliser ce mouvement.

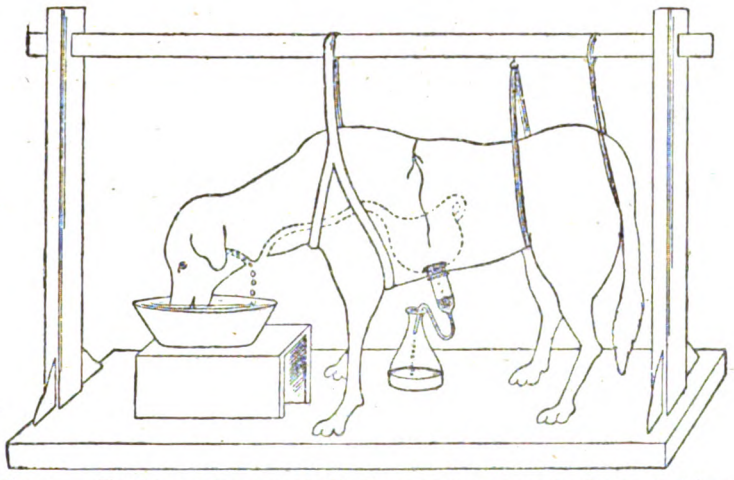


Fig. 1. — Expérience du repas fictif d'un chien porteur de fistule gastrique et œsophagotomisé (dessin schématique de E. S. London, d'après photographie d'animaux en observation dans le laboratoire de Pavlov).

Imaginons maintenant que cet homme, en se promenant dans son appartement, pose par inadvertance la main sur la plaque d'un fourneau très chaud. Instantanément et *préalablement à toute réflexion*, il projettera brusquement sa main en arrière. La sensation de brûlure qu'il a subie n'est pas, explique encore le physiologiste, remontée jusqu'à l'encéphale : elle n'a fait qu'atteindre la moelle épinière et c'est celle-ci qui, elle-même, a fait jouer le mécanisme du retrait immédiat de l'organe affecté ; c'est un acte *réflexe*.

Mais dans la vie des animaux supérieurs il y a un autre groupe d'actes qui ne sont ni totalement réfléchis, ni exclusivement réflexes. Si, par exemple vous regardez un citron en évoquant l'idée de le mordre, l'eau vous vient à la bouche. Si à un chien, vous montrez un morceau de pain, la salive lui jaillit immédiatement dans la gueule. Ces actes, M. Pav-

(1) I.-P. PAVLOV, professeur de Physiologie à l'Université de Leningrad, *Les Réflexes conditionnels*, étude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux. Paris, lib. F. Alcan.

(2) L'homme mis à part, bien entendu.

Digitized by Google

lov les appelle des *réflexes conditionnels*. Avez-vous jamais cherché à vous expliquer ces réflexes conditionnels? Si vous avez consulté à ce sujet quelqu'un de compétent en la matière, il est probable qu'il vous a répondu quelque chose comme ceci : « Ce soi-disant réflexe est purement psychique. A la simple vue d'un citron, par exemple, votre mémoire, qui est une faculté de votre âme nonobstant les antennes qu'elle pousse dans la partie physiologique de votre être, a exercé sur les manettes de commandement de votre système nerveux moteur la même pression qu'y avait exercée votre cerveau, les jours où vous avez sucé une tranche de ce fruit. Ce jour-là, votre cerveau, en faisant jaillir la salive, très liquide vos glandes parotidiennes, avait, si l'on ose dire, pour but de neutraliser dans votre bouche l'action corrosive de l'acide citrique. Aujourd'hui, l'image sensible de l'arrivée possible de cet acide dans le même organe produit, avant que cette possibilité ne s'accentue, le même réflexe de défense. »

Cette explication, vous la trouverez dans la plupart des ouvrages de physiologie animale. Mais de plus en plus la science contemporaine tend à se libérer du psychisme. Car parler de psychisme c'est parler d'âme ; l'étymologie du mot le montre assez. Or, l'âme est quelque chose qui domine la matière et lui impose ses lois, et les naturalistes inclinent à penser et à dire : « Qu'avons-nous besoin de ce principe vital? La matière n'a-t-elle pas ses lois propres qui doivent suffire à nous expliquer ses variations, et même, quand elle est ce que le public mal informé nomme vivante, ses comportements? Ces lois ont en elle leur commencement comme leurs fins. Il n'y a pas de psychisme, il n'y a que de la physiologie. Il n'est que de savoir en découvrir, par des expériences habiles, le mécanisme ». Ce fut l'avis de J. Lœb, de Berthelot, des Encyclopédistes du XVIIIe siècle et jusqu'à un certain point celui de Descartes. C'est également l'opinion de M. Pavlov. « La notion de l'âme, en tant que principe naturaliste, écrit ce savant, non seulement ne lui (au naturaliste) est d'aucune utilité, mais lui serait même nuisible dans son travail, en limitant la hardiesse et la profondeur de son analyse (p. 25) (1)... Il faut se débarrasser de tous les clichés et interprétations anthropomorphiques amassés pour expliquer la réaction motrice des animaux (p. 23)... L'observation objective de l'être vivant, qui commence par l'étude des tropismes des êtres rudimentaires, peut et doit rester la même lorsqu'elle atteint les manifestations supérieures de l'organisme animal, ce que, chez les animaux supérieurs, on appelle manifestations psychiques... Le mouvement de la plante vers la lumière et la recherche de la vérité par l'analyse mathématique ne sont-ils pas du même ordre? » (p. 24).

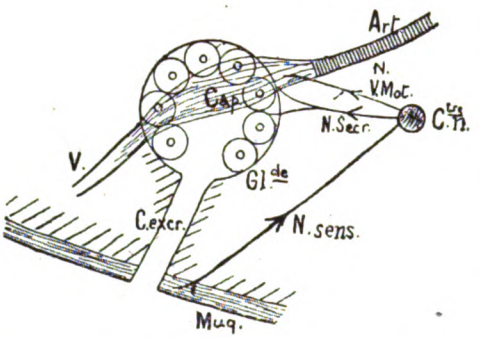


Fig. 2. — Schéma indiquant les relations des nerfs avec des cellules et les vaisseaux d'une glande salivaire (d'après Lauder Brunton). Les flèches indiquent le sens du courant nerveux.
Art, artère afférente ; *V*, veine efférente ; *Gde*, glande ; *Ctre n*, centre nerveux ; *N. sens*, nerf sensitif ; *N. v.-mot.*, nerf vaso-moteur.

***

Ne chicanons pas, pour l'instant, M. Pavlov sur les principes qu'il pose. Avant de l'avoir lu entièrement, la justice nous oblige en effet à penser que s'il les pose si fermement dès le début de son ouvrage, c'est que les expériences qu'il a réalisées et dont il va nous entretenir l'y autorisent.

Voyons ces expériences.

Elles ont toutes été faites sur des chiens.

D'ordinaire, observe l'auteur, on étudie le mécanisme du système nerveux sur des animaux mutilés et « l'excitation porte sur des troncs nerveux, c'est-à-dire à la fois, et d'une façon identique, sur de nombreux filets nerveux différents... Il est naturel (alors) qu'il soit très difficile de découvrir les lois de l'activité normale du système nerveux, puisque par des excitations artificielles on lui donne une allure tout à fait chaotique » (p. 22). Au contraire, si les expériences sont faites dans les conditions naturelles, les excitations passent isolément, en respectant le rapport des intensités. Il est hors de doute que le dernier système adopté par M. Pavlov est excellent.

Si l'on donne, observe-t-il, des aliments secs à un chien, sa salive jaillit abondante ; les aliments humides provoquent, au contraire, la production de peu de salive. Si l'on introduit dans la bouche de l'animal un caillou de quartz, aucune réaction salivaire ; mais si l'on réduit ce caillou en sable assez fin et qu'on l'ingurgite au chien, celui-ci salive beaucoup, ce qui est facilement explicable par la nécessité où il se trouve d'évacuer ce sable peu alimentaire qui encombre sa bouche, ce qu'il ne peut faire facilement sans eau.

Ces expériences, note l'auteur, nous représentent

(1) Est-il nécessaire de noter que les pages indiquées dans cet article sont celles de l'ouvrage cité plus haut de M. Pavlov?

Digitized by Google

sous leur forme typique, des réflexes absolus.

Présentons maintenant, à une certaine distance, des aliments secs, humides, un caillou, du sable à l'animal : les mêmes réactions salivaires se reproduiront : successivement il salivera beaucoup, peu, pas du tout, beaucoup. Ce sont des réflexes conditionnels. Sont-ils identifiables aux réflexes absolus? Résultent-ils comme ceux-ci de la pure physiologie ou sont-ils psychiques? En d'autres termes, le chien lorsqu'*il voit* du pain sec, salive-t-il *pour la même raison mécanique* que lorsqu'il le goûte? Ou bien ce réflexe résulte-t-il de sa mémoire associative qui se souvient à la vue du pain sec que cet aliment fait venir l'eau à la bouche et déclanche la salivation? M. Pavlov déclare sans hésiter que cette réaction soi-disant psychique n'est qu'une réaction physiologique.

Qu'est-ce, en effet, se demande-t-il, qui distingue les phénomènes dits psychiques des phénomènes physiologiques?... Avant tout le manque de contact. Mais, si on y réfléchit, cette circonstance n'implique aucune différence fondamentale entre psychisme et physiologie authentique. Tout se ramène à ce fait que la substance au lieu d'agir sur la muqueuse buccale agit sur d'autres organes sensibles, ici la vue (ce pourrait être l'oreille ou le nez) non pas directement, il est vrai, mais par l'intermédiaire du milieu ambiant. De plus, dans les cas de réflexes absolus, les qualités de la salive déversée sont déterminées par les propriétés mêmes des substances sur lesquelles elle doit agir donc les propriétés de l'excitant sont *directement liées* au rôle physiologique de la salive : ce qui est sec la fait jaillir, ce qui ne l'est pas ne la fait pas jaillir. Dans les cas de réflexes conditionnels, l'animal est excité encore, mais par des objets qui n'ont aucune action sur le système glandulaire, par des ondes lumineuses (ou odorantes, ou sonores) ; seulement interviennent des phénomènes qui sont *liés* à l'excitant, à savoir l'ensemble des conditions dans lesquelles il agit d'une façon absolue. Par exemple, l'eau viendra à la bouche du chien non seulement à la vue de sa pâtée, mais de la personne qui la lui apporte habituellement, même si ce jour-là celle-ci ne l'a pas en mains, ou même au bruit de ses pas si elle n'est pas encore visible, etc... Donc, conclut M. Pavlov, la salivation se produit sous l'action d'agents présentant avec les glandes salivaires des rapports plus ou moins lointains.

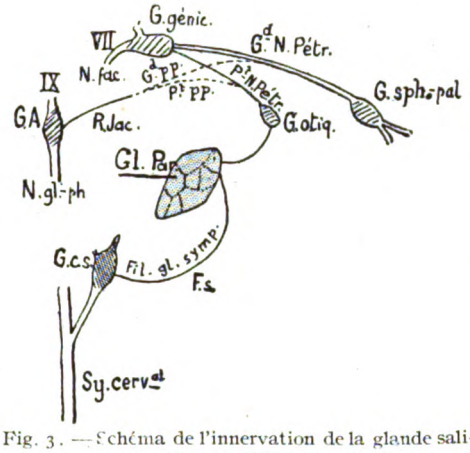


Fig. 3. — Schéma de l'innervation de la glande salivaire parotidienne.

G. génic., ganglion géniculé du facial ; *G. A.*, ganglion d'Andersch ; *G. c. s.*, ganglion cervical supérieur ; *G. otis.*, ganglion otique ; *G. sph.-pal.*, ganglion spheno-palatin.

N. fac., nerf facial (VII[e] paire cranienne) ; *N. gl.-ph.*, nerf glosso-pharyngien (IX[e] paire cranienne) ; *Sy. cerval*, sympathique cervical ; *F. s.*, filet glandulaire sympathique ; *G[d] N. pétr.* et *P. N. pétr.*, petit et grand nerfs pétreux ; *R. Jac.*, rameau de Jacobson.

Gl. par., glande salivaire parotide.

— Pardon, réplique M. Pavlov, si je puis rendre ces phénomènes constants et découvrir leurs lois, j'aurai présenté la preuve promise.

— Voire. Mais suivons-le dans ses recherches. Par elles, il a établi quelques lois. Première loi : un réflexe conditionnel ne se produit sur un animal que si un réflexe absolu du même ordre s'est déjà produit sur lui. Autrement dit, l'eau ne viendra pas à la bouche d'un chien à la vue d'un morceau de pain s'il n'a encore jamais mangé de pain.

Deuxième loi : L'action à distance de substances alimentaires est nettement influencée par l'état de jeûne ou de satiété de l'animal. Dans le second cas, la réaction est beaucoup moins forte. Quand le chien est rassasié de pain, il ne salive presque plus à sa seule vue.

Troisième loi : Les réflexes conditionnels disparaissent complètement par la répétition de l'expérience à courts intervalles. Mais ils peuvent être expérimentalement rétablis. Exemple cité par M. Pavlov : on présente à un chien (qui en a déjà mangé, bien entendu) de la poudre de viande sans la lui donner, et ce, de trois minutes en trois minutes, sept fois de suite : on le laisse la regarder chaque fois pendant une minute. Voici les quantités de salive, exprimées en centimètres cubes, qu'il rejette successivement : 0,4 — 0,3 —0,2 —0, 1 —0, 05 —0,05 — 0,0. Mais si on interrompt en son milieu cette expérimentation pour offrir à l'animal de la poudre de viande, l'action à distance réapparaît ensuite.

Quatrième loi : Les propriétés isolées d'un objet agissent à distance avec beaucoup moins de force que l'objet entier avec l'ensemble de ses propriétés.

Digitized by Google

Ceci veut dire que la seule odeur de la poudre de viande amène moins de salive que si la poudre est vue en même temps que sentie.

Cinquième loi : Le réflexe à distance peut être interrompu brusquement. Montrez du pain sec à un chien : il salive. A ce moment, montrez-lui de la viande crue : sa salivation s'arrête instantanément. Une émotion violente subie par le sujet en expérience donnerait exactement le même résultat.

De ce simple exposé se dégage immédiatement pour nous une conclusion : Les réflexes conditionnels sont temporaires. Ils apparaissent alors qu'ils n'existaient pas ; ils agissent un certain temps et disparaissent. Il n'y a rien là d'extraordinaire, répond M. Pavlov. « A mon avis, il s'agit d'un phénomène d'épuisement » (p. 41). On pourrait croire que cet auteur parle d'un phénomène d'épuisement glandulaire : il semble assez naturel de penser que lorsque, sept ou huit fois de suite dans le court espace de vingt-cinq minutes, on a fait jouer le réflexe salivaire d'un chien, ce chien finit par manquer de salive. M. Pavlov ne paraît pas s'être fait cette réflexion : c'est d'un épuisement nerveux qu'il parle, résultat « de la fatigue rapide des centres nerveux supérieurs par la répétition d'une excitation » (p. 41). Acceptons provisoirement cette explication. Il n'en reste pas moins que, jusqu'ici, M. Pavlov, n'a pas fait avancer d'un pas l'identification expérimentale des réflexes absolus et des réflexes conditionnels.

C'est qu'en réalité la solution de ce problème doit être cherchée non en dehors, mais en dedans du sujet. Les expériences, nombreuses et d'ailleurs intéressantes, effectuées au laboratoire, par Pavlov qui n'ont pour objet que de déterminer les *effets* des excitants sur la sécrétion glandulaire sont incapables de nous renseigner sur ses *causes*. On peut évidemment faire subir à des chiens l'action réelle ou visuelle de pain, de viande, de cailloux, de sable, d'une solution de quassia, d'acides variés, d'eau colorée ou non, combiner ces excitations, leur surajouter, en les variant, d'autres excitations d'ordre olfactif, auditif, tactile la question n'avancera pas dans le sens d'une explication du « pourquoi » des phénomènes, si l'on s'en tient exclusivement à constater leur « comment ». Cette question se pose ainsi : Dans le cas de réflexe absolu, l'excitation produite par le pain mis dans la bouche d'un chien va, portée par un nerf sensitif, de sa muqueuse buccale à son cerveau, y détermine une réaction motrice qui revient, transmise par un autre nerf, du cerveau à la glande salivaire et en fait jaillir la salive. Pour que le réflexe conditionnel soit identifiable au réflexe absolu, il suffit de montrer que de l'œil (ou de l'oreille ou du nez, ou de la peau) de cet animal, part un nerf sensible qui va toucher le centre moteur commandant aux glandes salivaires.

Voyons ce qu'à ce sujet écrit M. Pavlov.

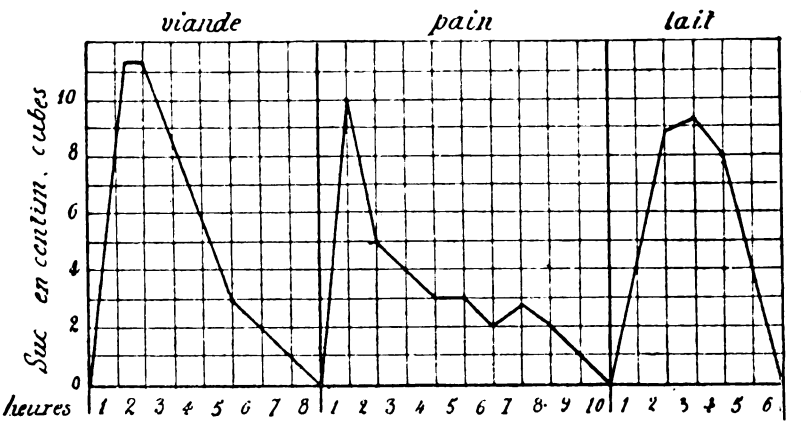


Fig. 4. — Variations horaires de la sécrétion du suc gastrique chez le chien sous l'influence d'un repas de viande, de pain, ou de lait (d'après Pavlov).

Il écrit ceci : « Lorsqu'un objet donné (aliment ou substance irritante) est amené au contact d'une zone spéciale de la muqueuse buccale et l'excite par celles de ses qualités qui agissent directement sur le travail des glandes salivaires, ses autres qualités, et toutes les circonstances occasionnellement solidaires de l'objet, *bien que sans lien direct avec ces glandes*, mais qui excitent simultanément les autres organes des sens, agissent VRAISEMBLABLEMENT sur le même centre des glandes salivaires, qu'atteint, par la voie centripète (1) normale, l'excitation principale. ON POURRAIT ADMETTRE que, dans ce cas, le centre salivaire constitue, dans le système nerveux central, un point d'attraction pour les excitations venues des autres organes des sens. ON PEUT ADMETTRE qu'une *certaine liaison* s'établit entre les zones sensorielles du corps et le centre salivaire » (p. 20) (2). Un peu plus loin, M. Pavlov avoue mélancoliquement : Il serait très important de savoir en quoi consiste le pouvoir excitateur des aliments. Les faits réunis jusqu'ici ne peuvent donner de réponse à cette question » (p. 39).

(1) Pour les personnes peu habituées aux termes scientifiques, rappelons que *voie centripète* (qui va vers le centre nerveux) signifie nerf sensitif, et *voie centrifuge* signifie nerf moteur.

(2) C'est nous, bien entendu, qui soulignons.

Digitized by Google

Voici donc un physiologiste qui, d'une part, déclare qu'il veut débarrasser la science de tous les clichés anthropomorphiques amassés pour expliquer la réaction motrice des animaux (p. 23), qui reproche « au Vitalisme (1) actuel » de confondre les points de vue différents du naturaliste et du philosophe » (p. 25), qui affirme « qu'il faut considérer comme indiscutable que la physiologie du système nerveux supérieur des animaux supérieurs ne peut être étudiée à fond qu'en demeurant sur un terrain purement objectif, et rejetant impitoyablement les interprétations vagues de la psychologie » (p. 42), qu'il est « fermement convaincu de la valeur féconde de sa méthode de recherches » (p. 48), qu'il se forge une félicité « de la substitution de l'observation par l'extérieur à l'introspection » (p. 66), qui, enfin, ne termine à peu près aucun des chapitres de son ouvrage, lequel en comporte trente-six, sans foncer sur le principe vital en agitant la bannière du mécanisme matérialiste, et qui met le point final à son travail en s'écriant : « Seule l'étude des processus physico-chimiques siégeant à l'intérieur des tissus nerveux nous donnera l'explication véritable de toutes les manifestations de l'activité nerveuse supérieure, ainsi que de la succession et des rapports des différents phénomènes nerveux » (p. 366). Et d'autre part, ce même auteur, quand nous lui demandons simplement comment l'œil d'un chien peut exercer quelque action sur ses glandes salivaires (ce qui est, il est vrai, le nœud du problème) nous répond : « Entre l'œil et les glandes salivaires, il n'y a, je le reconnais, aucun lien direct. Mais il est vraisemblable... on pourrait admettre, on le peut, qu'une certaine liaison existât entre ces deux organes. » Et cet auteur ajoute — et y insiste — que cette découverte est le résultat de vingt-cinq ans d'expériences qu'il a réalisées lui-même avec le concours de cent six collaborateurs (2). Et M. Pavlov ne manque pas de décrire un cercle vicieux à courbe élégante : « Il est de toute vraisemblance, dit-il, que l'analyse de ce groupe d'excitations qui, du monde extérieur, se portent vers le système nerveux, nous fera découvrir les lois de l'activité nerveuse et nous en montrera le mécanisme » (p. 21-22). C'est-à-dire : à force de regarder comment l'eau vient à la bouche du chien, nous finirons bien par apprendre ce qu'il a dans le crâne. Attitude comparable à celle d'un paysan inculte qui se persuaderait qu'à force de voir passer des automobiles devant sa maison, il arrivera à en comprendre le mécanisme intime.

(1) Vitalisme, théorie qui soutient l'existence d'un principe vital chez les êtres vivants.

(2) En fin de volume, M. Pavlov donne la liste de ces cent six collaborateurs et les titres de leurs travaux.

Ceci posé, il ne semble pas nécessaire d'entreprendre une réfutation détaillée des arguments de M. Pavlov. Quelques réflexions pourtant s'imposent.

Des expériences réalisées sous la direction de ce physiologiste de valeur on doit dire que, plus compliquées à plaisir qu'originales, elles offrent l'intérêt que présente toute expérience bien faite. Elles ont été effectuées dans des laboratoires bien organisés que nous décrit (chap. XI et XII) M. Pavlov lui-même, et qui datent — est-il besoin de le noter? — d'avant la Révolution russe (1). Elles furent, de plus, nombreuses, et comme elles portent sur l'observation des réflexes, il résulte qu'en dehors de la question de savoir si les réflexes conditionnels sont ou non du domaine de la psychologie, les travailleurs de Pétrograd ont amassé sur leurs processus des quantités d'observations. Ajoutons enfin que ces recherches ont été conduites avec un soin méticuleux. Leurs résultats donc, s'ils ne s'inscrivent pas au bénéfice de la thèse matérialiste, peuvent néanmoins fournir une contribution à l'étude psychophysiologique de la question toujours ouverte, de la part des réflexes dans la vie de l'animal et de l'homme. M. Pavlov a-t-il prouvé quelque chose contre le psychisme des animaux? Il ne nous le semble pas.

Poser en principe qu'un animal, même supérieur, n'est pas animé par un psychoïde, une âme élémentaire qui, pour être nécessairement lié à son corps, n'en est pas moins immatériel, est un point de départ faux, même en science strictement objective. C'est, en effet, écarter de parti pris une des solutions possibles du problème de la vie. Ce problème en comporte deux : pur mécanisme ou animisme, animal-machine ou animal animé. Aussi longtemps que des preuves authentiques n'auront pas infirmé l'une de ces deux solutions en rendant l'autre certaine, nul chercheur n'aura le droit d'exclure *a priori* celle qui lui déplaît. Libre à lui de pousser aussi loin qu'il le veut, jusqu'à l'atome, jusqu'à l'électron, ou même au delà, ses investigations exclusivement physiologiques ; il peut lui être utile de « supposer pour un instant », comme on dit en mathématique, que l'âme de l'être vivant n'existe pas, dans le but de dégager toute la partie matérielle des comportements vitaux ; mais de là à écrire que ce concept d'âme est non seulement *inutile mais nuisible* à ses études, il y a la distance qui sépare le raisonnement juste du sophisme.

Autre erreur initiale : décider, *a priori* encore, que

(1) La situation actuelle des savants russes paraît plutôt précaire. Dans son ouvrage, M. Pavlov raconte sans commentaires que ses recherches auraient nécessité un voyage en Amérique. Le passeport lui a été refusé.

Digitized by Google

tous les actes de la vie se résolvent en formules mathématiques. Les meilleurs biologistes ont souvent observé et écrit qu'un des caractères constants de la vie sous toutes ses formes, de la plante à l'homme, est précisément le refus qu'elle oppose à laisser mathématiser ses lois. L'assertion contraire n'a pas même le mérite de la nouveauté : c'est un « vieux cliché » anti-spiritualiste pour employer une formule chère à M. Pavlov. A ce sujet, si l'on tolère que nous insérions ici un souvenir littéraire, nous citerons Saint-Marc Girardin qui, à propos d'un opéra philosophico-scientifique de Beaumarchais, *Tarare* (représenté en 1787), écrivait, il y a près d'un siècle : « Les sciences exactes étaient alors à la mode ; chacun vantait leur netteté et leur certitude, chacun s'écriait qu'il n'y aurait de morale et de philosophie parfaites que lorsqu'elles se rapprocheraient de la géométrie (1) ». L'état d'esprit mécaniste est, on le voit, du vieux-neuf. Mathématique et psychisme sont deux ordres de connaissance sans facteurs communs. Cela ne signifie aucunement que le second n'ait pas ses lois propres comme la première a les siennes. Ces lois sont différentes, voilà tout. Et, par conséquent, la constance des phénomènes réflexes sous l'exercice des lois psycho-physiologiques n'implique nullement, comme l'affirme encore M. Pavlov, qu'ils tombent, de ce fait, sur le plan mathématique.

En somme, que prouvent les réflexes conditionnels? Que prouve, par exemple, le fait que, chez un chien, l'œil suffit, dans certaines circonstances précises, à déclancher l'eau à la bouche? Il prouve que le cerveau de ce chien est *un*, qu'il n'y a pas seulement dans ce cerveau un petit centre exclusivement spécialisé à la production de la salive, petit centre qui occuperait le sommet de l'angle réflexe à l'intersection du nerf sensitif qui apporte l'excitation et du nerf moteur qui commande la salivation. Puisqu'une impression visuelle « bien que sans lien direct avec les glandes salivaires », agit néanmoins sur ces glandes, puisqu'une « certaine liaison » s'établit entre le point cérébral qu'elle affecte et l'autre point cérébral d'où part le nerf qui fait fonctionner les glandes salivaires, c'est qu'il y a *unité* dans le cerveau du chien. Unité de quoi? De sensation, évidemment. Or qui peut réaliser cette unité de sensation entre deux points matériels topographiquement divers? Quelque chose seulement qui domine la matière, ce que nous appelons le principe vital.

La notion du principe vital admise, tous les phénomènes observés dans le groupe des réflexes conditionnels s'expliquent clairement sans qu'on soit obligé de donner un coup de pouce aux faits.

Reprenons, en effet, ce que M. Pavlov considère comme les lois des réflexes conditionnels. Non sans avoir consulté le dictionnaire où nous lisons « loi: condition nécessaire dérivant de la nature des choses ».

Un réflexe conditionnel, a observé M. Pavlov, ne se produit sur un animal que si un réflexe absolu de même ordre s'est déjà produit sur lui. La nature de l'animal est donc telle que pour que l'eau lui vienne à la bouche en présence d'un morceau de pain, il faut qu'il ait déjà mangé du pain. Ne sent-on pas immédiatement toute la différence qui existe entre la nature de cet animal et celle, si l'on ose dire, d'une automobile. Ici c'est de l'automatisme : on tire un levier, le véhicule se met en marche, mais on pourrait, aussi longtemps que l'on voudrait, tirer tout autre levier que celui de la mise en marche, l'automobile, eût-elle déjà couvert des milliers de kilomètres, ne bougerait pas. Or, qu'on le remarque bien, il y a, depuis les glandes salivaires jusqu'aux glandes salivaires en passant par le cerveau, l'équivalent d'un levier mécanique, et de l'œil à l'œil par le cerveau l'équivalent d'un autre levier ; et pourtant si le levier-œil est mis en action le levier-salive fonctionne. Quelle différence y a-t-il entre le mécanisme du chien et celui de l'automobile? Pour M. Pavlov, aucune, si ce n'est le degré de complication. Pour nous, celle qui sépare un complexe-assemblage d'un complexe-unité. Nous disons : un réflexe conditionnel ne se produit qu'après un réflexe absolu, parce que le réflexe absolu a été *apprécié* utile à l'organisme pris dans son entier. Or, un mécanisme, si parfait soit-il, est incapable d'apprécier ; donc il y a, dans le mécanisme du chien, quelque chose qui dépasse et domine la mécanique, un principe vital.

Quand l'animal est rassasié, observe encore M. Pavlov, ses réflexes conditionnels salivaires diminuent d'intensité. Autrement dit, dans cette circonstance, toutes choses égales d'ailleurs, la cause étant posée, l'effet ne se produit pas. En vertu de quelle loi mécanique? Aucune ne peut l'expliquer. Invoquera-t-on la saturation? Dira-t-on que l'organisme du chien se refuse alors à recevoir l'aliment comme l'eau se refuse à faire fondre du sucre quand elle en est saturée? Observons qu'il ne s'agit pas ici de refus d'aliment, mais du refus de la salive préparant la digestion intestinale de cet aliment. Si l'œil agissait mécaniquement sur les glandes salivaires, il devrait le faire toujours, et toujours de la même façon : que lui importe l'état de l'intestin?... Et si, en cas de rassasiement, il ne le fait pas, c'est qu'une solidarité, une unité existe entre l'œil, les glandes digestives, l'intestin et tous les autres organes du corps de l'animal, unité qui se réalise dans ce que nous appelons le principe vital, lequel, par le moyen des centres nerveux, lorsqu'il a pris conscience des besoins de

(1) SAINT-MARC GIRARDIN, *Essais de littérature et de morale*, I, p. 129.

Digitized by Google

l'organisme, règle le bon fonctionnement du mécanisme animal, en ouvrant ou en fermant les robinets des produits glandulaires.

La répétition des réflexes conditionnels à courts intervalles les fait bientôt disparaître, dit M. Pavlov. Par épuisement nerveux, explique-t-il. Il assimile donc mentalement cet épuisement nerveux à l'épuisement d'essence dont souffrirait une automobile. Soit ! mais alors comment se fait-il qu'il suffise de faire goûter de la nourriture à un chien qui ne salive plus à sa vue pour ramener instantanément sa salivation? L'essence — pardon ! — l'influx nerveux n'était donc pas épuisé dans ce chien?... Le principe vital admis, il est compréhensible que l'organisation du chien, unifiée par lui, *appréciant* l'inutilité de la salivation en présence d'un aliment toujours promis, jamais donné, la supprime.

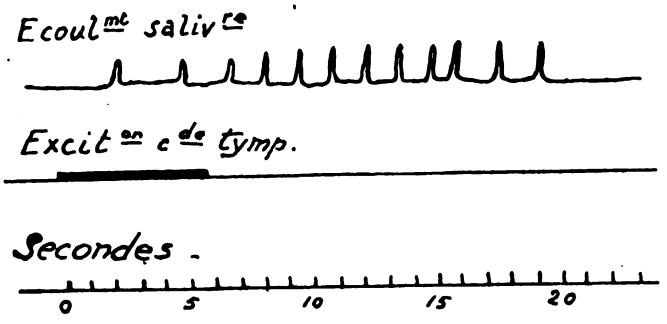


Fig. 5. — Excitation par un courant induit de la corde du tympan sur un chien curarisé. Chaque dent de la ligne supérieure (écoulement salivaire) indique une goutte de salive qui s'écoule du canal de Wharton.

Le réflexe de salivation est interrompu par la vue de la viande ou par une émotion violente. Ici encore, l'action du principe vital explique clairement le phénomène. La viande n'agit que très peu sur la salivation du chien. Celui-ci, en sa qualité de carnivore, la *préfère* de beaucoup au pain ; elle constitue en effet son régime normal. Il oublie donc le pain à la vue de la viande, comme il oublie pain et viande si, par exemple, un coup de tonnerre, ou simplement de gong, l'effraye.

Ces explications, pour imparfaites qu'elles demeurent, ne sont-elles pas plus satisfaisantes que celles qu'on tire péniblement d'un mécanicisme si douteux que ses défenseurs ne les présentent que sous des formules dubitatives?

Si nous avons souligné, dans les lignes précédentes, les mots indiquant des *appréciations*, des *préférences* de l'animal, c'est que nous n'oublions pas que M. Pavlov, dans son souci de réduire les actes réflexes à de l'automatisme, tient vivement à ce que l'on ne croie pas que le *désir* d'avaler sa pâtée joue un rôle dans la salivation antécédente du chien. Ce serait, à son avis, pur anthropomorphisme que d'émettre une telle supposition. Sur ce chapitre encore, nous pouvons lui répondre que ni lui ni nous ne savons ce qui se passe dans l'âme élémentaire d'un chien et spécialement si elle est capable de désirs ou de craintes, de joies et de souffrances. Le bon sens toutefois nous incline à penser que le chien est satisfait de manger et que, quand il a faim, il désire le faire, la fréquentation des chiens nous ayant appris qu'ils réalisent des attitudes de satisfaction quand ils sont dans le bien-être et de mécontentement quand ils sont dans le mal-être. Comme, d'autre part, nous ne doutons pas que M. Pavlov tienne l'homme lui-même pour un animal, un peu supérieur seulement aux autres animaux par la complexité de son mécanisme cérébral, nous ne voyons pas en quoi il peut être affecté qu'on assimile les attitudes d'un chien à celles d'un homme, et que, puisque l'homme *désire*, le chien puisse, lui aussi, désirer.

***

Ainsi qu'il ressort, croyons nous, de cette discussion, forcément trop écourtée, des idées de M. Pavlov sur l'existence du principe vital à propos de la salivation d'un chien, la mécanisation de l'être vivant qu'il soutient n'est pas encore démontrée. M. Pavlov devra, pour convaincre le public, lui apporter d'autres expériences plus concluantes.

L'an dernier, à pareille époque, paraissait un autre ouvrage sur le même sujet (1). L'auteur, un biologiste italien, prétendait résoudre la formidable question : « Qu'est-ce que la vie? » Après avoir employé les trois quarts de son travail à constater le finalisme de l'organisation vivante, il consacrait l'autre quart à conclure que ce finalisme ne prouve rien sinon qu'entre le mécanisme et l'animisme, il fallait chercher une solution intermédiaire dans « l'harmonie de la vie ». Conclusion de poète idéaliste sans caractère scientifique. Nous n'avons pas cru devoir analyser ici ce volume. Si nous le citons aujourd'hui, c'est seulement pour marquer combien ce problème de la vie est à l'ordre du jour et combien sa solution tient au cœur des biologistes contemporains, et par là nous excuser d'avoir présenté cet article dont le point de départ est l'eau qui vient à la bouche d'un animal et dont la conclusion concerne les plus graves questions que puissent se poser des naturalistes et des philosophes.

(1) E. RIGNANO, de l'Université de Milan. *Qu'est-ce que la vie? Nouveaux essais de synthèse biologique*, Paris, Alcan.

Digitized by Google

PORTRAIT DE SAVANT

Alexandre Volta

PAR

A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Alexandre Volta, dont on a célébré en Italie, il y a un an, le centenaire de la mort, naquit à Côme, le 13 février 1745. Sa famille, originaire de Vénétie, avait été anoblie par la magistrature civique de Côme en reconnaissance des services qu'elle avait rendus dans le commerce et dans l'administration de la cité. Mais le père de Volta dissipa la plus grande partie du patrimoine et, en mourant, il laissa ses sept enfants dans une situation peu fortunée.

Volta se fit remarquer dès son enfance par les plus heureuses dispositions, une application soutenue, un esprit observateur et méthodique. A dix-huit ans, rapporte Arago, le studieux écolier était déjà en commerce épistolaire avec Nollet, sur des questions délicates de physique. A dix-neuf ans, il composait un poème latin dans lequel il décrivait les phénomènes découverts par les plus célèbres expérimentateurs du temps. C'était un signe de sa vocation scientifique.

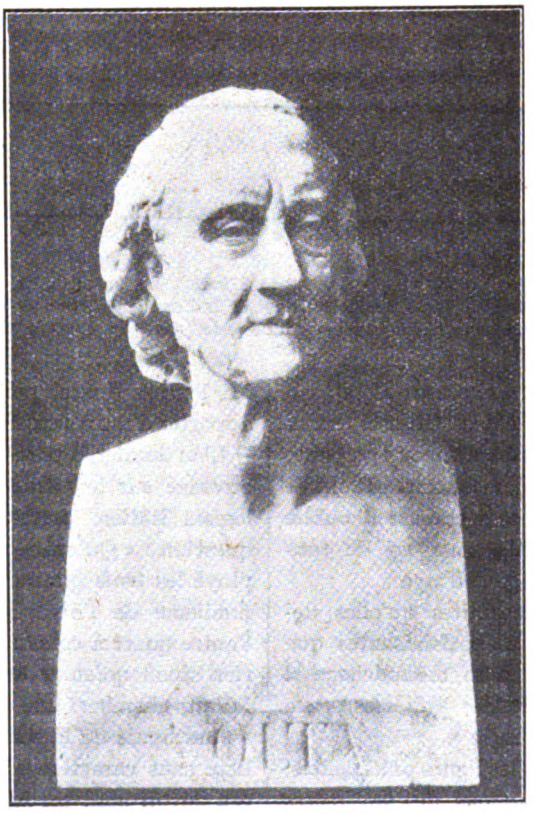


Fig. 1. — Buste de Volta, par Berra (Institut lombard de Milan).

Il n'avait pas beaucoup plus de vingt ans lorsqu'il commença à être connu par une petite étude portant sur l'électricité théorique, dédiée au père Boccaria. A la suite de ce travail, il fut appelé à diriger le gymnase de Côme. Cette nomination, tout en lui assurant une certaine aisance, lui fournit les moyens de poursuivre ses études de prédilection sur la physique. Il fut surtout attiré par l'électricité qui connaissait alors une très grande vogue, non seulement parmi les savants, mais encore parmi le grand public du XVIII^e^ siècle, si curieux des choses de science.

A dire vrai, à cette époque de sa jeunesse, Alexandre Volta n'était pas tout entier absorbé par la physique. Il menait joyeuse vie, s'adonnait à la chasse ou flânait à travers la campagne. Il versifiait sur des sujets galants, en italien, en latin et en français. Voici, à titre de curiosité, les vers qu'il composait sur la prise d'habit d'une nonne :

Dans la saison chérie une [rose nouvelle
Aux rayons du soleil venait [d'ouvrir son sein
Lorsqu'un berger la vit, et [y portant la main
Arrache cette plant et [s'enfuit avec elle.. »

Sans doute ces vers n'ont rien de particulièrement remarquable, et eussent difficilement transmis à la postérité le nom de Volta ! Heureusement pour lui et pour nous, l'électricité l'attira plus que la chasse et la poésie.

Ses premiers travaux.

Volta avait vingt-quatre ans lorsqu'il publia son premier mémoire scientifique. Il était consacré à la bouteille de Leyde. Musschenbroeck, qui l'avait découverte en 1746, très effrayé par la décharge qu'il en avait reçue, déclarait avec quelque emphase qu'il ne recommencerait pas l'expérience pour le plus beau royaume de l'univers. Aussi l'appareil avait-il fait sensation et s'en occupait-on de tous côtés. Le travail de Volta est surtout une dissertation théorique toute empreinte des conceptions de l'époque.

Mais dans ses recherches sur l'électricité, Volta

Digitized by Google

devait très vite abandonner les vues *a priori* et les spéculations hasardées, et suivre la méthode expérimentale si glorieusement inaugurée par Galilée. L'évolution est très nette dès son second mémoire, publié deux ans plus tard.

En 1775, après de longs tâtonnements, il parvint à construire l'électrophore. C'était la première machine électrique à influence, et sa supériorité sur les encombrantes machines à frottement, si capricieuses et si difficiles à amorcer par temps humide, excita une très vive admiration chez les physiciens. Elle mettait entre leurs mains un appareil qui, sous un petit volume, fonctionnait à coup sûr, quelles que soient les conditions atmosphériques, et cela avec une dépense de travail insignifiante.

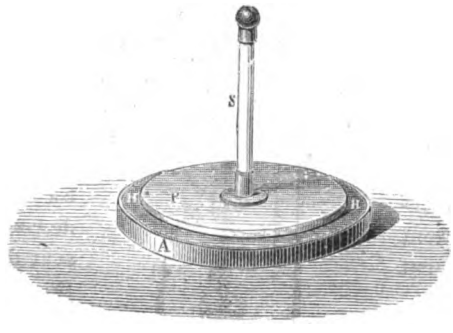


Fig. 2. — Electrophore de Volta. Le plateau métallique P à manche isolant S et son support A qui, électrisé au préalable, le charge par influence.

L'électrophore se compose, comme chacun sait, d'un gâteau de résine A, coulé dans un moule de bois ou de métal, et d'un disque à surface métallique B (disque en bois recouvert d'une feuille d'étain), pouvant être manié par un manche isolant C (fig. 2). On charge d'électricité négative la surface du gâteau en le battant avec une peau de chat, puis on y dépose le plateau. Celui-ci s'électrise par influence et, si on le met un instant en communication avec le sol par un point quelconque, il garde seulement l'électricité de signe contraire à celle du gâteau, c'est-à-dire l'électricité positive. En soulevant le plateau par le manche isolant, on emporte cette charge positive, et le potentiel acquiert une valeur élevée pouvant atteindre 4 à 5 000 volts. En approchant le doigt du plateau, on en tire des étincelles. On peut recommencer l'opération autant de fois qu'on veut.

Recherche sur les gaz des marais. — L'eudiomètre.

De 1776 à 1777, Volta délaisse l'électricité pour la chimie. A cette époque, les chimistes, n'ayant trouvé le méthane ou gaz grisou (appelé alors gaz inflammable) que dans les mines de charbon de terre et de sel gemme, le regardaient comme un attribut exclusif du règne minéral. Volta montra qu'il se forme dans la putréfaction des substances végétales et animales et qu'il se dégage des marais quand on en remue la vase. Cette preuve de l'origine organique du méthane peut être considérée comme très importante si l'on songe que le méthane est le premier des carbures d'hydrogène, c'est-à-dire l'un des composés les plus simples et les plus importants de la chimie organique, celui qui en est à la base.

A ses recherches sur le méthane se rattache la réalisation d'un appareil qui a été et qui est encore si utile au chimiste : *l'eudiomètre*. On avait constaté depuis longtemps que l'étincelle électrique peut servir à enflammer des liquides ou des gaz, l'alcool, la fumée d'une chandelle fraîchement éteinte, l'hydrogène. Mais ces expériences se faisaient à l'air libre. Volta eut l'idée de les réaliser en vase clos.

L'eudiomètre se compose d'une éprouvette en verre dans les parois de laquelle sont fixés deux fils de platine. L'éprouvette reposant sur la cuve à eau ou à mercure, on y introduit le mélange gazeux, par exemple de méthane et d'air, dont on veut étudier la combinaison. Elle se produit sous une forme explosive quand on fait éclater une étincelle entre l'extrémité des deux fils de platine, par exemple au moyen de l'électrophore. Les figures 3, 4 et 5 représentent quelques modèles d'eudiomètres dérivés de celui de Volta.

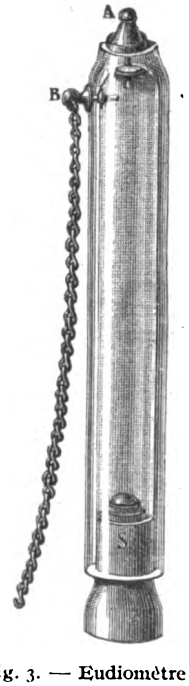


Fig. 3. — Eudiomètre (modèle de Gay-Lussac). La chaîne B établit la communication avec le sol.

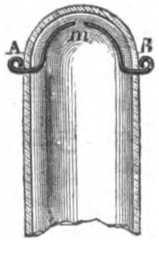


Fig. 4. — Eudiomètre (disposition des Théophores de M. Bunsen).

On trouve encore dans les vieux cabinets de physique le fusil et le pistolet électriques de Volta qui fonctionnaient grâce à l'explosion par une étincelle électrique d'un mélange d'air et de méthane.

L'électroscope condensateur.

En 1778, Volta fut appelé à l'Université de Pavie où il devait rester jusqu'à la fin de 1812. C'est là qu'il inventa le condensateur qui, combiné à l'électroscope, constitue ce qu'on appelle encore aujourd'hui l'électroscope condensateur de Volta. Cet appareil, au moyen duquel on

Digitized by Google

peut déceler de très faibles différences de potentiel, devait lui permettre plus tard d'exécuter les expériences fondamentales qui le conduisirent à la découverte de la pile.

On sait que l'appareil est un électroscope associé à un condensateur. La tige de l'électroscope porte un plateau de cuivre A dont la face supérieure est couverte d'une couche de vernis isolant ; sur ce plateau on en place un second B, également en cuivre, tenu par un manche isolant et dont la face inférieure est couverte de vernis ; l'ensemble des deux plateaux constitue un condensateur dont les deux couches de vernis forment le diélectrique (fig. 6).

L'électroscope condensateur sert à manifester et à comparer les potentiels très faibles dus à des sources qui fournissent de l'électricité d'une manière continue, telles que les piles. Relions le plateau inférieur à l'un des pôles de la pile dont l'autre pôle est au sol, et mettons le plateau supérieur en communication avec le sol. L'appareil se charge d'une quantité d'électricité considérable, mais comme le potentiel est très faible, les feuilles de l'électroscope ne dévient pas. Enlevons alors le plateau supérieur ; la quantité d'électricité contenue sur le plateau inférieur reste la même, mais comme la capacité a beaucoup diminué, le potentiel augmente dans le même rapport, ce qui se traduit par une divergence des feuilles de l'électroscope.

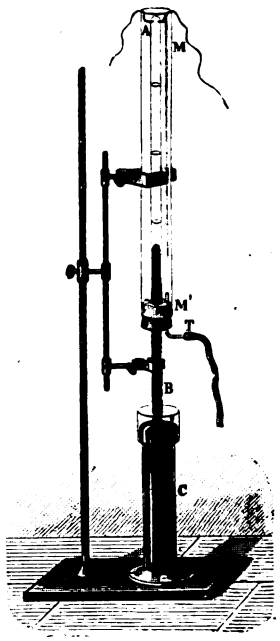


Fig. 5. — Emploi de l'eudiomètre pour la synthèse de l'eau.

L'électricité atmosphérique.

Volta a fait sur l'électricité atmosphérique de très curieuses observations. Pour l'étudier, de Saussure avait eu l'idée de relier à une tige terminée en pointe un électrocscope constitué par deux fils métalliques portant à leurs extrémités inférieures des balles de sureau. Volta accrut beaucoup la sensibilité des dispositifs en remplaçant les deux pendules par deux pailles sèches. En outre, il montra que la charge prise par l'électroscope est beaucoup plus grande si l'on a soin de fixer sur la pointe de la tige reliée à l'électroscope soit une bougie, soit une simple mèche allumée. A ce propos, Volta faisait une remarque très curieuse. Puisque, disait-il, des flammes enlèvent l'électricité à l'air beaucoup mieux que des tiges métalliques pointues, ne s'ensuit-il pas que le meilleur moyen de prévenir les orages ou de les rendre peu redoutables serait d'allumer d'énormes feux au milieu des champs, ou mieux encore sur des lieux élevés.

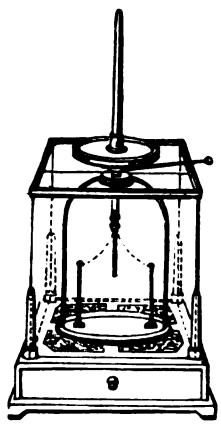


Fig. 6. — Electroscope condensateur à plateaux supérieurs.

Nous savons aujourd'hui que les combustions, les flammes ionisent l'air, c'est-à-dire qu'elles provoquent la formation de molécules électrisées des deux signes ou ions qui rendent l'air conducteur de l'électricité et lui communiquent la propriété de décharger les corps électrisés (1). Il est permis de considérer Volta comme un précurseur de nos connaissances sur l'ionisation des gaz par les flammes qui comptent parmi les acquisitions les plus fructueuses de la physique contemporaine.

La découverte de la pile.

La découverte de la pile, raconte Arago, se rattache à un léger rhume dont fut atteinte, en 1790, une dame bolonaise, la femme du professeur Galvani, et au bouillon de grenouille que le médecin prescrivit comme remède. Quelques-uns de ces animaux, dépouillés par la cuisinière de Mme Galvani, gisaient sur une table, lorsque par hasard on déchargea au loin une machine électrique. Les muscles éprouvèrent à distance une très vive contraction. Ils fonctionnèrent en somme à la façon du cohéreur de Branly et ils devraient logiquement être considérés comme le premier des détecteurs ayant permis de constater à distance l'action des étincelles.

Mais les recherches s'orientèrent dans une toute autre direction. Galvani, très intrigué, modifia ses expériences un peu au hasard. Il constata ainsi que les membres d'une grenouille décapitée même depuis fort longtemps éprouvent des contractions très intenses, sans l'intervention d'aucune source électrique extérieure, quand on interpose une lame métallique, ou mieux encore deux lames de métaux dissemblables, entre un muscle et un nerf.

Ces expériences suscitèrent chez tous les savants

(1) Le corps électrisé attire les ions de signe contraire qui, arrivant en contact avec lui, neutralisent une partie de sa charge. Ainsi s'explique la décharge rapide d'un conducteur électrisé dans un gaz ionisé.

Digitized by Google

de l'Europe le plus légitime intérêt. Galvani les interprétait en considérant les animaux comme des réservoirs de fluide électrique, l'électricité positive ayant son siège dans les nerfs, l'électricité négative dans les muscles. La lame métallique interposée entre ces organes n'était pour lui que le conducteur par lequel s'opérait la décharge.

Volta s'éleva contre cette interprétation. Il soutint que l'électricité était produite par le contact des deux métaux entre lesquels le muscle se trouvait compris. Une polémique très vive s'engagea entre Galvani et Volta. Elle devait se terminer par la victoire de Volta et la découverte de la pile.

Volta avait admis que deux substances différentes, quelle que fût leur nature, devaient produire de l'électricité par leur simple attouchement. Ayant mis en contact deux disques polis, l'un de cuivre, l'autre de zinc, portés par des manches isolants, et les ayant séparés brusquement à l'aide de ces manches, il constata, au moyen de son électroscope condensateur, qu'ils s'étaient chargés d'électricité de signe contraire.

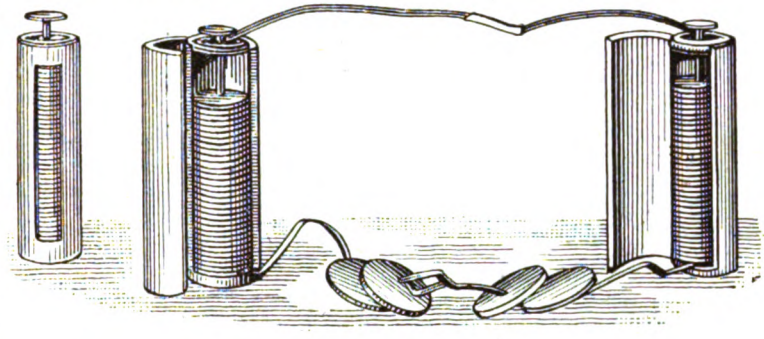


Fig. 7. — La première pile de Volta (d'après une photographie.)

Poursuivant ses recherches, Volta eut l'idée, au commencement de 1800, de former une longue colonne en superposant successivement une rondelle d'argent, une rondelle de zinc et une rondelle de drap mouillé (fig. 7). Voici comment il s'exprimait le 20 mars 1800 dans le mémoire sur la pile qu'il adressait à sir Joseph Banks, de la Société Royale de Londres : « Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque un des plateaux métalliques, par exemple un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc ; sur ce second je pose un des disques mouillés, puis un autre plateau d'argent suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue, dis-je, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire toujours l'argent dessous et le zinc dessus ou *vice versa*, selon que j'ai commencé, et interposant entre chacun de ces couples un disque mouillé ; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler. »

Si l'on réunit par un fil les deux extrémités, forcément différentes, l'une en argent, l'autre en zinc, de la colonne ainsi constituée, le fil est le siège de phénomènes aujourd'hui bien connus, que nous caractérisons en disant qu'il est parcouru par un courant électrique. La pile, le plus simple des générateurs électriques, était découverte. Elle allait permettre l'étude des propriétés des courants électriques et leurs premières applications. Le développement prodigieux qu'a pris au XIXe siècle la science électrique devait en sortir.

Après la découverte de la pile, l'activité scientifique de Volta, sans s'arrêter complètement, fut très affaiblie par l'âge et la maladie. On ne cite guère plus de lui que deux mémoires, l'un sur le phénomène de la grêle, l'autre sur la périodicité des orages et le froid qui les accompagne.

Le savant et l'homme.

En 1779, Volta fut appelé à la chaire de physique qui venait d'être créée à l'Université de Pavie.

« Là, écrit Arago, pendant de longues années, une multitude de jeunes gens de tous les pays se pressèrent aux leçons de l'illustre professeur ; là ils apprenaient, je ne dirai pas les détails de la science, car presque tous les livres les donnent, mais l'histoire philosophique des principales découvertes ; mais de subtiles corrélations qui échappent aux intelligences vulgaires ; mais une chose que très peu de personnes ont le privilège de divulguer : la marche des inventeurs.

« Le langage de Volta était lucide, sans apprêt, animé quelquefois, mais toujours empreint de modestie et d'urbanité. Ces qualités, quand elles s'allient à un mérite du premier ordre, séduisent partout la jeunesse. En Italie, où les imaginations s'exaltent si aisément, elles avaient produit un véritable enthousiasme. Le désir de se parer dans le monde du titre de disciple de Volta contribua pour une large part, pendant plus d'un tiers de siècle, aux grands succès de l'université du Tésin. »

Volta voyagea peu. Cependant, en 1777, il entreprit un voyage en Suisse, au cours duquel il rendit visite à Haller, à Voltaire, à de Saussure, et rentra dans son pays en lui rapportant la pomme de terre.

En 1781, il visita les capitales de l'Allemagne, de la Hollande, de l'Angleterre, de la France. Il reçut

Digitized by Google

partout, dans les académies et dans les salons, les marques les plus flatteuses d'estime et de considération. « Son caractère modeste, sa courtoisie innée le rendaient immédiatement sympathique à tous, écrit M. Giovanni Cau. Sa figure belle et énergique et sa renommée de célébrité européenne le rendaient heureux auprès des dames, qu'il évitait cependant avec beaucoup d'adresse et de finesse, préférant les académies, les cabinets de physique et la compagnie des hommes de science. »

En 1801, il vint à Paris sur l'invitation de l'Institut de France pour répéter devant le Premier Consul ses expériences sur la pile « Bonaparte, écrit-il, qui assistait, le 7, à la séance de l'Institut national, sachant que je devais lire un mémoire, me combla de louanges et d'honneurs, assista de nouveau à la séance du 12 (à laquelle se trouvait en outre le ministre de l'Intérieur Chaptal) et écouta la lecture que je fis de la seconde partie de mon écrit ; il se complut à voir toutes les expériences que je n'avais pas pu montrer la première fois, discourant beaucoup et posant des questions. Il n'était resté à ces expériences, qui eurent lieu après que la séance fut terminée, que quelques-uns des membres de l'Institut, parmi lesquels Laplace, Lagrange, Berthollet, Morveau, Lacépède, Hag, Vauquelin, Fourcroy, Le Sage. Le Consul était de très bonne humeur, aimable et bienveillant, et la conversation dura plus d'une heure et demie... »

Fig. 8. — Monument de Volta à Côme.

Il reçut de Bonaparte une pension de six mille francs, un subside de deux mille écus, une grande médaille d'or, la Légion d'Honneur, la Couronne de Fer, les titres de comte et de sénateur.

Napoléon témoigna toujours à Volta les plus vives marques d'estime. Lorsqu'il visitait l'Université de Pavie, s'il n'apercevait pas Volta dans les premiers rangs des professeurs, il demandait aussitôt : « Où est Volta? serait-il malade? pourquoi n'est-il pas venu? » « Je ne saurais consentir, disait Napoléon en 1804, à la retraite de Volta. Si ses fonctions de professeur le fatiguent, il faut les réduire. Qu'il n'ait, si l'on veut, qu'une leçon à faire par an ; mais l'Université de Pavie serait frappée au cœur le jour où je permettrais qu'un nom aussi illustre disparût de la liste de ses membres ; d'ailleurs, ajoutait-il, un bon général doit mourir au champ d'honneur. »

Cédant à des instances aussi pressantes, Volta continua son enseignement. Un peu inquiété comme suspect de sympathie bonapartiste après la chute de Napoléon, il fut obligé de le suspendre pendant quelque temps et de se réfugier à Côme. Mais sa disgrâce fut de courte durée et l'administration autrichienne l'appela un peu plus tard à diriger la Faculté physico-mathématique de Pavie. Il conserva ses fonctions jusqu'en 1819. Fatigué et vieilli, il se retira à Côme dans le silence et la solitude où il s'éteignit le 5 mars 1827.

« Volta, écrit Arago, avait une taille élevée, des traits nobles et réguliers comme ceux d'une statue antique, un front large que de laborieuses méditations avaient profondément sillonné, un regard où se peignaient également le calme de l'âme et la pénétration de l'esprit. Ses manières conservèrent toujours quelques traces d'habitudes campagnardes contractées dans la jeunesse.

« Intelligence forte et rapide, idées grandes et justes, caractère affectueux et sincère, telles étaient les qualités dominantes de l'illustre professeur.

BIBLIOGRAPHIE

ARAGO, *Alexandre Volta*. Œuvres complètes, tome I. — — Commémoration du centenaire de la mort d'Alexandre Volta. *Revue générale de l Electricité*, 24 septembre 1927 ; — *Nel 1° centenario della morte di Alessando Volta. Fasciolo speciale de l'Energia électrica* Milan ; — Giovanni Cau Alessando Volta et son temps. *Revue scientifique*, 27 août 1927 ; — *Nel Centenario della morte di Alessandro Volta*, Ulrrico Hœpli, Milano.

Digitized by Google

Le Mutationnisme

II. — Concurrence pour vivre et sélection

PAR

L. CUÉNOT

Correspondant de l'Institut
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Dans un article antérieur (1), nous avons commencé un exposé de l'évolution des espèces, telle que la comprend l'école moderne, dite mutationniste ; nous avons montré que la variation héréditaire ou mutation, préliminaire de la genèse d'une espèce nouvelle, apparaissait d'une façon imprévue, discontinue, et sans lien avec un avantage quelconque ; elle résulte de la modification d'un ou plusieurs facteurs du patrimoine héréditaire renfermé dans les noyaux des cellules sexuelles. Dans le présent article, suite du précédent, nous examinerons d'autres facteurs de l'évolution : la concurrence pour vivre et la sélection des plus aptes, sur l'intérêt desquels il est inutile d'insister; qui ne sait que tout homme, comme toute espèce, est partie — prenante ou souffrante — dans le *struggle for life*?

Fig. 1. — Papillon femelle de la Piéride du Chou (*Pieris Brassicæ*).

Darwin savait que, par la sélection artificielle, éleveurs et horticulteurs arrivent à constituer des races nouvelles d'animaux et de plantes qui, souvent, paraissent différer des formes qui ont servi de point de départ beaucoup plus que ne diffèrent entre elles les espèces naturelles ; il lui semblait probable qu'il y avait parallélisme entre ces dernières et les races que produit l'industrie de l'Homme. Mais quel pouvait bien être dans la Nature l'agent qui opérait un choix des reproducteurs aboutissant à la constitution d'espèces nouvelles?

Une idée illuminatrice lui fut probablement suggérée par la lecture (en octobre 1838) du livre profond de Thomas Malthus (*Essai sur le principe de population*, 1798), où celui-ci parle de l'accroissement en progression géométrique de la population humaine, alors que les subsistances n'augmentent pas de façon correspondante, d'où une série de maux (misère des classes inférieures, maladies, guerre) qui moissonnent les pauvres et rétablissent l'équilibre. Dans la Nature aussi les espèces tendent à augmenter très vite le nombre de leurs représentants, et comme il n'y a généralement pas de place ou de nourriture pour tous, il en résulte forcément un conflit entre les individus qui ont les mêmes besoins ; de plus, les espèces carnivores et parasites cherchent des proies et détruisent pour subsister ; tous les changements cosmiques, comme un froid excessif ou une sécheresse prolongée, jonchent de cadavres la terre et les mers. Il n'y a pas de phénomène qui soit aussi universel, aussi incessant, que cette concurrence pour vivre, terme qui résume toutes les difficultés de la vie ; la Nature, qui nous paraît immuable et paisible, avec les plantes vigoureuses qui s'épanouissent au soleil, les Insectes qui volent de fleur en fleur, les Poissons qui errent librement dans le cristal des eaux, cache d'innombrables drames secrets dont nous apercevons rarement les victimes. Rien ne donne mieux la notion de la lutte pour l'existence que la culture d'un jardin : une partie de l'art du jardinier consiste à sauver les faibles et à leur donner la possibilité de vivre, à arrêter l'expansion des forts, à supprimer les inutiles ou « mauvaises herbes » toujours envahissantes.

Avec la largeur du génie, Darwin transposa à l'échelle de la Nature entière l'idée malthusienne de la disparition des faibles ; il lui ajouta, ce qui lui paraissait corrélatif, celle de la conservation des forts à chaque génération, et il tira de cette *sélection naturelle* un parti considérable pour expliquer le lent perfectionnement des organes, la diversification des espèces et le progrès général. Au sein de chaque espèce, la mort, en frappant les médiocres et épargnant les meilleurs, est donc l'agent essentiel des changements évolutifs ; en d'autres termes, elle est *différenciatrice*.

Sur un sujet aussi important pour la théorie de

(1) Le Mutationnisme, *La Science Moderne*, 5e année, avril 1928, p. 169.

Digitized by Google

l'évolution, on ne peut se contenter d'une probabilité logique, si séduisante qu'elle puisse être ; il faut la confronter de près avec la réalité. Il importe, en effet, de ne pas tomber dans l'erreur habituellement commise lorsqu'on parle de *struggle for life*, erreur qui réside dans la confusion de deux ordres très différents de faits : le premier, tout à fait indiscutable et évident, est la lutte pour l'existence *entre espèces différentes :* elle aboutit soit à un modus vivendi équilibré, soit à la prospérité des unes et à l'extinction des autres ; le second est la concurrence vitale *entre individus de la même espèce*, point essentiel et sensible de la théorie darwinienne. Ce n'est pas du tout la même chose.

Le présent article est consacré exclusivement à l'examen du second phénomène, celui de la concurrence et de la sélection intra-spécifiques. Nous considérerons successivement trois cas de complexité croissante.

***

Premier cas. — Le cas le plus simple est celui d'une espèce qui paraît homogène et qui vit dans un milieu sensiblement constant. Tout le monde a remarqué que, d'une façon générale, bon an mal an, le nombre des individus des espèces communes reste à peu près le même ; chaque année, l'entomologiste rencontre à l'époque convenable des Insectes en quantités comparables ; on voit tous les étés, semble-t-il, voler autant d'Oiseaux et de Chauves-Souris ; il y a toujours un nombre semblable de fleurs dans les stations où elles vivent depuis longtemps ; s'il y a quelques à-coups, ceux-ci se corrigent d'eux-mêmes l'année suivante : on dit que la faune et la flore sont en équilibre. Qu'est-ce que cela signifie? Simplement que le nombre des germes produits par chaque espèce, et les chances de destruction, sont à peu près constants d'une année à l'autre. On peut préciser le phénomène en calculant ce qu'on peut appeler le *taux d'élimination* : soit N le nombre supposé constant des représentants d'une espèce animale (que je suppose, pour simplifier, composée de mâles et de femelles en nombres égaux) ; soit G le nombre moyen des œufs pondus par chaque femelle pendant toute sa période de ponte, et P la perte moyenne pour 100 individus possibles ; on peut écrire l'équation :

$$N = \frac{N\,G}{2} - \frac{P.N.G.}{100 \times 2}$$

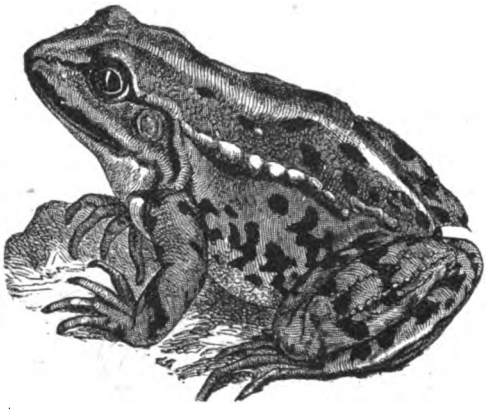


Fig. 2. — La Grenouille verte (*Rana esculenta*).

C'est-à-dire que si du nombre des œufs multiplié par le nombre des femelles on déduit la perte p. 100 calculée sur $\frac{NG}{2}$ œufs, on obtient la constante N. De cette équation, on peut tirer le pourcentage des pertes ou taux d'élimination : $P = 100 - \frac{200}{G}$.

Or, on peut connaître avec exactitude la valeur de G, en comptant les œufs de la ponte ; par exemple, le papillon de la Piéride du Chou (fig. 1), une fois dans sa vie, pond en moyenne 150 œufs, ce qui donne pour P la valeur de 98,67 p. 100 ; cela veut dire que sur 100 œufs pondus, il n'y aura (à peu près) qu'un individu qui arrivera à l'état adulte, les 99 autres succombant par suite du manque de nourriture, de mauvaises conditions atmosphériques, d'attaques de parasites ou de prédateurs, etc. Une Huître qui, dit-on, pond un million d'œufs par an, a un coefficient de perte extrêmement voisin de 100 p. 100, puisqu'une seule Huître arrivera à l'état adulte et remplacera l'Huître mère. C'est encore bien plus saisissant quand il s'agit de végétaux (1), certaines Orchidées donnant une cinquantaine de millions de graines (ce qui ne les empêche pas d'être vivaces en raison de leurs bulbes), et le Champignon *Lycoperdon bovista* n'émettant pas moins de 7 000 milliards de spores.

Par contre, les Chauves-Souris n'ont que un ou deux petits par an ; mais elles ont peu d'ennemis : leur odeur désagréable, leurs mœurs crépusculaires, la sûreté de leurs retraites, en font les animaux les moins pourchassés qui soient ; c'est à peine si les Buses, Éperviers et Hiboux en détruisent quelques-unes. Si nous admettons qu'une Chauve-Souris vit deux ans, et que pendant ce temps elle donne naissance à quatre petits, la perte annuelle $\frac{P}{2}$ est donc de 25 p. 100.

Quelle singulière inégalité dans le nombre des germes !

Lorsqu'on suit le cycle d'une espèce, dans des élevages de laboratoire et dans la Nature, on se rend compte qu'il y a des périodes de très grande mortalité

(1) La valeur de P, quand il s'agit de végétaux ou d'animaux hermaphrodites, est donnée par la formule : $P = 100 - \frac{100}{G}$.

Digitized by Google

et d'autres où celle-ci est très faible ; prenons comme exemple le Crapaud ou la Grenouille ; le premier a une ponte printanière de plusieurs milliers d'œufs alignés en simples files dans un long cylindre muqueux ; la seconde (*Rana temporaria*) pond de 1 200 à 4 000 œufs en grosses masses flottantes. D'ordinaire, à moins d'un retour offensif du froid, l'éclosion est générale ; quelques œufs anormaux, quelques embryons monstrueux sont le premier tribut payé à la mort ; c'est bien un choix sélectif qui ne laisse subsister que le type normal de l'espèce, en supprimant tout ce qui est vraiment non viable ; c'est l'équivalent des avortements et des mort-nés dans l'espèce humaine, ou encore de la mortalité de la première année. Puis commence la vie libre, et avec elle l'hécatombe ; divers prédateurs, et en particulier des Insectes aquatiques, détruisent jour après jour nombre de têtards ; des mares se dessèchent, ou bien, au moment d'orages, la température s'élève trop, et toutes les larves périssent faute d'oxygène. Mais la crise la plus dangereuse est encore celle de la métamorphose ; les jeunes sortis de l'eau trouvent rarement la nourriture qui leur convient (petits Insectes et vers), et presque tous disparaissent. Ces phases critiques une fois dépassées, la mortalité ne présente plus rien de remarquable ; les carnassiers, les parasites, les accidents du milieu prélèvent une à une leurs victimes, jusqu'au moment où s'éteint la génération considérée.

Fig. 3. — Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans*). Mâle portant le cordon d'œufs ; il n'ira à l'eau qu'un instant pour apporter ses œufs prêts à éclore sous la forme têtard. Les œufs sont gros et peu nombreux (de 18 à 54), ce qui est en corrélation avec la protection des débuts du développement.

Ce qu'il y a à retenir de cet examen rapide — et n'importe quel exemple végétal ou animal nous conduirait à la même conclusion, — c'est que la lourde contribution exigée par la Nature pour le maintien de l'équilibre est payée presque entièrement par les jeunes stades. Cela est si vrai qu'il y a une corrélation constante entre deux faits : lorsque chez une espèce il y a, par un procédé quelconque, protection plus ou moins complète et longue des débuts de la vie, le nombre des œufs diminue dans de considérables proportions par rapport à celui que présentent des espèces analogues, mais à développement non protégé (fig. 3) : l'Épinoche, Poisson fort répandu, pond une fois dans sa vie (au plus deux fois) de 200 à 300 œufs logés dans un nid (fig. 4) et surveillés par un mâle combatif, tandis qu'une Carpe de 8 kilogrammes pond annuellement, pendant plusieurs années, 800 000 œufs abandonnés au hasard ; les Grenouilles et les Crapauds pondent par an de 2 000 à 10 000 œufs non protégés, tandis qu'une Grenouille de l'Équateur (le Leptodactyle *Cerathyla*) n'a que 9 œufs portés sur le dos de la mère ; chez d'autres Grenouilles, où la phase têtard est supprimée du développement, il n'y a même qu'un seul gros œuf. Le Mammifère doit assurément sa prééminence sur le globe au fait qu'il protège ses petits pendant un temps très long ; l'incubation utérine les mène jusqu'à la fin du développement fœtal ; la femelle et parfois le couple, comme chez les Carnivores et les Singes supérieurs, les surveillent encore jusqu'au moment où ils peuvent mener la vie indépendante ; aussi le nombre de leurs petits est-il réduit à un minimum, comparativement à celui des Reptiles qui ont eux-mêmes beaucoup moins d'œufs que les Batraciens et les Poissons. Comme nous l'avons dit plus haut, pour Darwin et l'école sélectionniste ou néo-darwiniste qui le suit, la mort est différenciatrice, c'est-à-dire qu'il y a une différence entre les êtres qui succombent et ceux qui survivent ; ces derniers doivent leur salut à la possession à un âge quelconque, œuf, larve ou adulte, de quelque avantage anatomo-physiologique, qui peut être fort minime. « Moins d'un grain dans la balance déterminera quels sont les individus qui vivront ou qui périront », dit Darwin dans son *Essai* de 1844, et encore en 1873 dans la VI[e] édition de l'*Origine des espèces*. La lutte pour la vie serait donc comparable à une épreuve sportive ou à un duel ; les survivants, qui sont les meilleurs, lèguent leurs qualités à leurs descendants, pour lesquels jouera le même mécanisme sélectif, si bien qu'il y aura un perfectionnement lent et sûr de l'espèce dans le sens de la résistance à la mort.

Digitized by Google

Nous ne croyons plus du tout à cet effet de la concurrence vitale (1) ; sans doute, les morts du début et peut-être quelques autres au cours de la vie ont une valeur sélective, mais il n'y a élimination que des tarés, des monstres, de ce qui présente dans l'ensemble des organes une vicieuse corrélation, ce qui ne peut avoir pour résultat que de maintenir le type moyen normal. Toutes les autres morts sont dues au pur hasard, comme dans un accident de chemin de fer ou une bataille moderne ; lorsqu'il échappe deux individus sur 10 000 (cas de la Grenouille verte à 10 000 œufs), comment admettre que ces deux sont élus en raison de petits avantages anatomiques ou physiologiques ? C'est tout à fait invraisemblable ; en très grande majorité, ce sont les jeunes qui sont sacrifiés, alors que leur organisation n'a pas atteint encore la perfection définitive. Enfin des observations positives montrent que la sélection n'a nullement la rigueur et l'infaillibilité que requiert la conception darwinienne ; il n'est pas rare du tout de trouver à l'état sauvage des animaux handicapés par des malformations ou des mutilations, et qui cependant se maintiennent en vie et se nourrissent tout comme les intacts (2). J'ai capturé une Rainette adulte (*Hyla arborea*) dont une patte postérieure était amputée au niveau du genou (fig. 5) ce qui devait beaucoup gêner l'animal pour sauter et s'accrocher ; on a signalé maintes fois des Lapins, Chamois, etc., qui avaient réparé tant bien que mal des fractures ou des amputations graves, et dont la santé générale ne semblait pas avoir souffert. Dans les essaims de l'*Atherina presbyter*, Poisson commun dans certaines baies de nos côtes, on remarque des exemplaires adultes avec gibbosités multiples (fig. 6) qui sont des nageurs médiocres et restent en arrière lorsque leurs compagnons normaux se déplacent vivement ; cependant ils persistent et sont loin d'être rares ; Sigalas en a compté 44 sur 122 Athérines pêchées dans le Bassin d'Arcachon. On pourrait citer encore les instincts nuisibles, comme celui qui pousse les Fourmis à tolérer dans leurs colonies des « symphiles » au moins inutiles, parfois prédateurs des larves de leurs propres hôtes ; ou bien les organes *hypertéliques*, développés jusqu'à l'absurde, qu'on rencontre couramment chez des animaux de tous ordres (fig. 7 et 8).

Fig. 4. — Epinoche (*Gasterosteus aculeatus*) et son nid. D'après E. BLANCHARD.

Nous conclurons donc de cette enquête que pour une espèce homogène vivant dans un milieu sensiblement constant, la mort n'est pas différenciatrice, et que les individus qui succombent ne diffèrent en rien de ceux qui survivent ; si, pour une très petite part, il y a mort sélective, celle-ci est conservatrice en supprimant ce qui est extrême.

***

DEUXIÈME CAS. — Considérons maintenant le cas d'une espèce qui a présenté des mutations et qui vit

(1) Plusieurs des arguments contre la sélection naturelle ont été produits depuis longtemps, bien avant l'avènement du mutationnisme, mais celui-ci leur a donné une force nouvelle. On trouvera, par exemple, d'excellentes critiques anciennes dans le livre de Delage : *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*. Paris, 1895.

(2) Argument déjà utilisé par Saint-Georges Mivart dans sa critique de la sélection naturelle (Lièvres à dentition anormale, Hermine estropiée, etc.) [*Nature*, London, 39, p. 127].

Digitized by Google

dans un milieu sensiblement constant. Trois éventualités peuvent se présenter :

1° La mutation est nettement inférieure au type moyen dont elle provient, dans les conditions du milieu tel qu'il est ; elle s'éteint alors rapidement, ou peut persister à l'état latent, si le mutant a pu se croiser avec les individus normaux. Le meilleur exemple que l'on puisse citer est celui de la mutation

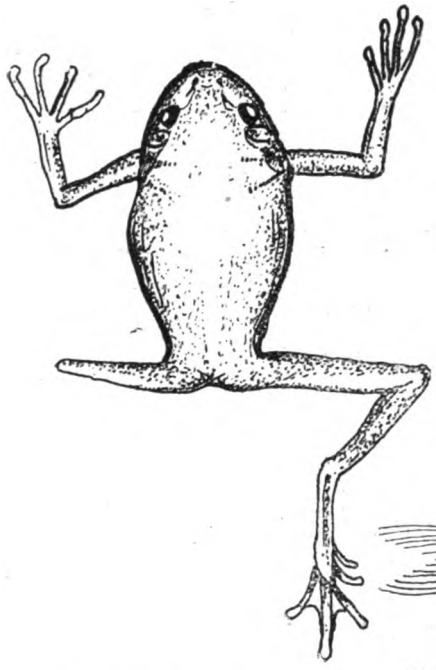


Fig. 5. — Rainette (*Hyla arborea*), capturée à l'état sauvage. Elle a subi une amputation de la jambe gauche ; la cuisse présente une certaine réduction par suite du défaut d'usage.

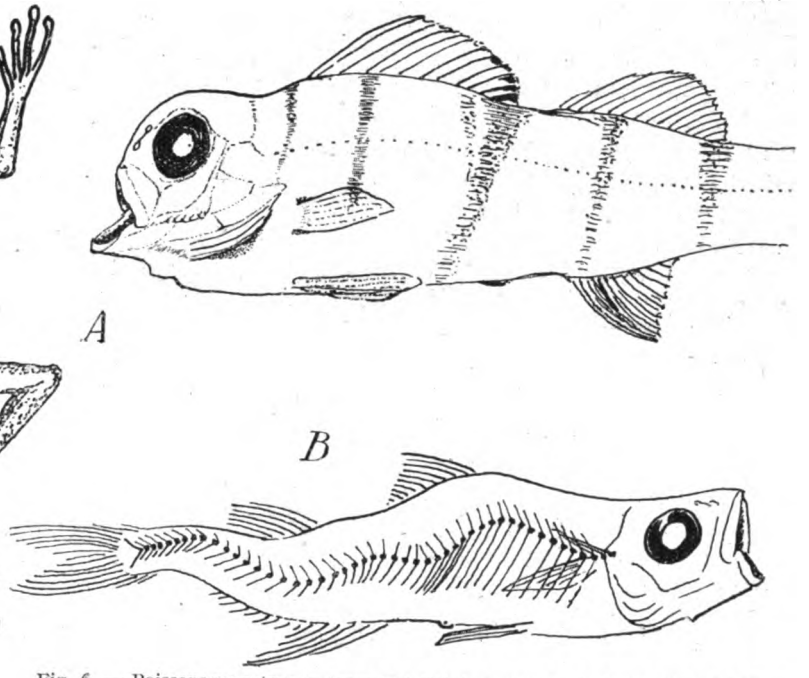


Fig. 6. — Poissons monstrueux trouvés à l'état sauvage : A, jeune Perche (*Perca fluviatilis*), longue de 6cm,7, à tête raccourcie (mopse), pêchée dans la Meurthe. — B, *Atherina presbyter* adulte, long de 11 centimètres, avec gibbosités multiples, pêché dans le Bassin d'Arcachon ; la colonne vertébrale, dont les courbures ne correspondent pas à celles du corps, est dessinée d'après une radiographie (CUÉNOT, *L'Adaptation*, 1925).

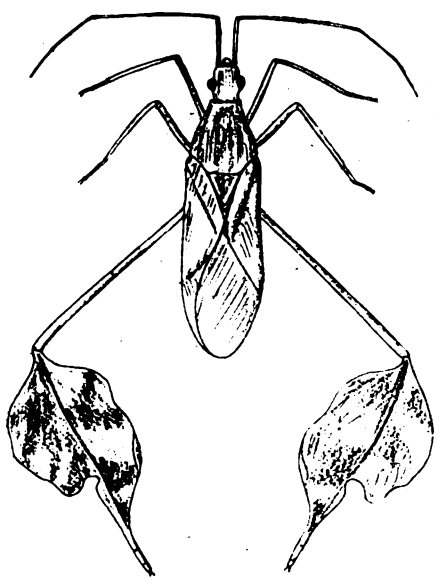


Fig. 7. — Exemple d'hypertélie chez un Hémiptère de l'Amérique tropicale, *Anisoscelis phyllopus*. Les pattes postérieures excessivement allongées présentent un élargissement foliacé du tibia (CUÉNOT, *L'Adaptation*, 1925, d'après BERLESE).

Fig. 8. — Exemple d'hypertélie : développement démesuré des bois chez le grand Daim d'Irlande, *Cervus* (*Megaceros*) *giganteus* (tourbières quaternaires) (CUÉNOT, *L'Adaptation*, 1925, d'après la restauration du Musée de New-York).

Digitized by Google

albinos, qui est apparue nombre de fois chez tous les Vertébrés, depuis le Poisson jusqu'à l'Homme, et qui chez presque tous existe à l'état dissimulé, mais n'a presque jamais donné une race permanente à l'état de nature. La sensibilité particulière de l'albinos aux radiations lumineuses, peut-être une moindre sauvagerie, l'handicapent nettement ; la sélection agit comme dans le premier cas en favorisant le type normal et ancien, et en supprimant le mutant extrême, ou tout au moins en ne lui permettant pas de se multiplier.

2° Parfois le mutant nouvellement apparu se *substitue* plus ou moins vite à l'espèce primitive ; ainsi J. S. Huxley, dans une localité de Savoie, trouve des groupes d'un mutant blanc de *Gentiana campestris*, comptant tantôt quelques pieds, tantôt plusieurs centaines ou même plusieurs milliers d'individus, si bien qu'il ne reste plus que quelques Gentianes du type pourpre primitif ; Huxley a renouvelé cette observation dans plusieurs localités des Shetland. Sans aucun doute, la Gentiane blanche tend à supplanter la forme originelle.

Un exemple très remarquable de substitution, qui a été suivi de près, est celui qu'offre la Phalène du Bouleau (*Biston betularia*) ; en Angleterre, près de Manchester, apparurent vers 1850 des mutants dont les ailes et le corps, au lieu d'être blanc piqueté de noir comme chez la Phalène normale (fig. 9), présentaient un mélanisme accentué (mutants *insularia* avec encore un peu de blanc, et *carbonaria* absolument noir) ; ces variétés vivent sur les mêmes plantes que le type, se croisent avec lui, mais ne tardent pas à le remplacer : en Angleterre, à Huddersfield, où le mutant noir a été signalé pour la première fois entre 1860 et 1870, depuis longtemps on ne trouve plus que lui ; à Newport, les deux formes étaient en nombre égal vers 1870, mais quelques années plus tard le type ordinaire a disparu ; à Birtley (Durham), en 1918, on ne connaît plus que le mutant noir. Dans la région franco-belge, la mutation mélanique a dû apparaître vers 1900 ou un peu avant ; six ans après, en Belgique, *insularia* était aussi commun que *betularia* clair ; en 1926, sur la frontière, les cinq sixièmes des *Biston* sont des *carbonaria* ; dans certaines stations du nord de la France (Lille), les collectionneurs estiment qu'en 1913, les deux tiers des *Biston* étaient mélaniques. A Crefeld (Allemagne), le mutant noir était exceptionnel en 1884, tandis qu'en 1895, il constituait la moitié de la population. Dans beaucoup de pays, le mutant n'a pas encore fait son apparition (Anjou, Bretagne) ou il est encore très rare (Lorraine (1), environs de Paris).

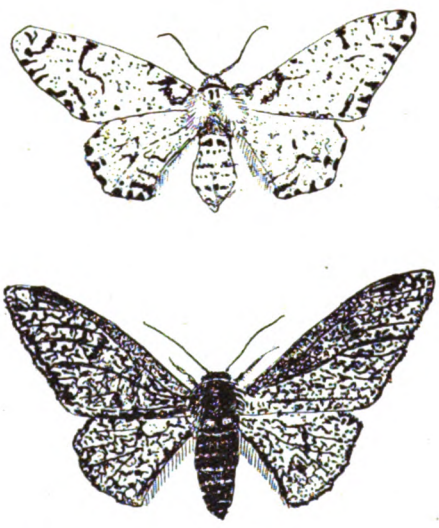


Fig. 9. — Femelles de la Phalène du Bouleau (*Biston betularia*) : type ancien de teinte claire et mutant mélanique *insularia*, qui tend à se substituer au type dans beaucoup de régions (CUÉNOT, *L'Adaptation*, 1925).

Un autre exemple très remarquable est celui de la Phalène *Palimpsestis or*, plus ou moins grisâtre, qui présenta vers 1904, aux portes de Hambourg, une variété mélanique (*albingensis*) ; depuis cette date, la mutation s'est substituée peu à peu à la forme ancienne dans certaines stations à l'est et au nord-est de la ville ; en 1916, on comptait jusqu'à 95 p. 100 de mélaniques dans la population.

Quel peut être le mécanisme de ces remplacements ? Il est aisé de dire — c'est même une phrase toute faite — que la nouvelle forme étant mieux adaptée au milieu que l'ancienne, la sélection a joué en sa faveur ; mais ce n'est qu'une autre manière d'exprimer le phénomène constaté et non pas une explication ; comment le mutant pourrait-il être mieux adapté que l'espèce-mère, qui occupait la place depuis des centaines d'années ? Il faut remplacer cette idée vague de la sélection, impliquant une lutte et un choix qui n'existent pas, par une autre plus positive ; or, il y a un autre facteur, dont l'action est évidente, rapide et d'une extraordinaire efficacité, auquel on n'a jusqu'ici accordé que peu ou pas d'attention ; c'est celui de la *reproductivité* ou *fécondité différentielle* : une race féconde (bien entendu, il faut considérer non pas seulement le nombre brut des naissances, mais aussi celui des individus qui arrivent à l'âge de reproduction) déplace infailliblement la race voisine qui l'est moins ; c'est ce qui se produit pour les Français, peuple à basse natalité, entourés d'Allemands, de Belges, d'Italiens et d'Espagnols à natalité plus haute ; bien que le Français soit parfaitement adapté à son sol natal, il est malheureusement certain, si les choses restent en l'etat actuel, qu'il régressera devant ses voisins. Le phenomène est encore plus apparent aux États-Unis, où les Amé-

(1) En juin 1925, on a pris près de Nancy le premier exemplaire mélanique, qui est le seul vu jusqu'ici.

Digitized by Google

ricains d'origine anglaise, à natalité extrêmement basse, sont submergés par les descendants des immigrés Polonais, Tchéco-Slovaques, Allemands et noirs (1) à haute natalité, ainsi qu'au Canada, où les Anglais reculent devant les Canadiens français, en faveur desquels joue le mécanisme de la fécondité différentielle.

Dans la Nature, le remplacement de la forme moins féconde par la plus féconde se fait très simplement, sans lutte ni concurrence, par le jeu mathématique des répartitions de perte : imaginons une aire donnée de terrain, où il ne peut pousser par conséquent qu'un certain nombre de Gentianes ; cette aire reçoit un grand nombre de graines provenant par hypothèse de parents de fécondité variée ; beaucoup de graines et de jeunes pieds périront assurément, et un nombre limité de Gentianes arrivera seul à floraison. Il est évident que la perte P, en se répartissant d'une façon uniforme sur toutes les graines et les jeunes pieds, frappera moins durement la descendance des parents les plus féconds, de sorte qu'à chaque génération, il restera plus de représentants de cette catégorie qu'il n'y en avait à la génération antérieure, et inversement il restera moins de représentants de la race moins féconde qu'il n'y en avait précédemment ; cela continuera fatalement jusqu'à la disparition plus ou moins complète de cette dernière, s'il ne survient pas un événement capable de changer le signe de la fécondité différentielle.

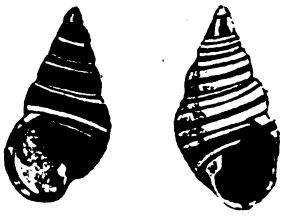


Fig. 10. — Espèce polymorphe au point de vue de la symétrie. *Achatinella splendida* (îles Sandwich) : un individu est sénestre et l'autre dextre (CUÉNOT, *La Genèse des Espèces animales*, 1921).

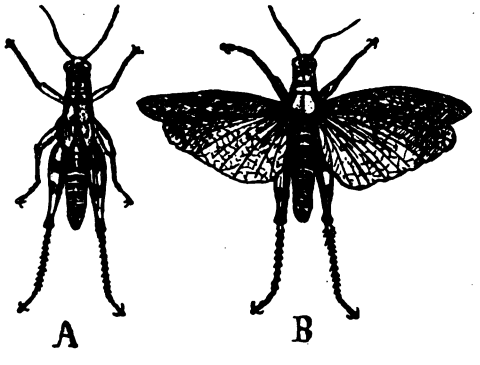


Fig. 11. — Espèce polymorphe au point de vue des appendices : A, *Podisma pedestris* (Alpes et Pyrénées), type normal à ailes rudimentaires ; B, mutation macroptère, toujours assez rare (CUÉNOT, *La Genèse des Espèces animales*, 1921).

Ce phénomène, présenté aussi bien par les animaux que par les végétaux, corollaire de la considérable élimination intra-spécifique, rend compte de ce que l'on attribuait vaguement à la sélection naturelle, et doit, je crois, lui être substitué comme explication positive du remplacement. Toujours en œuvre, il doit logiquement pousser chaque espèce vers un état correspondant à la plus haute production possible de germes viables, compatible avec l'organisation de l'être et ses facultés de nutrition, étant entendu que ce n'est pas précisément le nombre qui importe, mais la protection contre les chances de perte. On comprend alors qu'il y ait de telles inégalités entre des formes étroitement parentes, tant au point de vue du nombre des œufs pondus qu'à celui de la fréquence des représentants de l'espèce ; tout dépend des rapports entre la fécondité et les chances de perte : si le rapport est convenable, l'espèce se maintient ou augmente numériquement pendant un temps ; s'il ne l'est pas, l'espèce diminue jusqu'à une nouvelle position d'équilibre, ou même disparaît.

Darwin et les sélectionnistes parlent toujours d'une façon générale de quelque supériorité anatomique ou physiologique de la forme adulte donnant prise à la sélection ; en réalité, les seules mutations intéressantes pour l'évolution sont celles qui, directement ou indirectement, disposent l'espèce à donner plus de germes viables, ou protègent les phases difficiles traversées par les jeunes stades ; si, à ce moment, une lignée gagne quelques unités, l'avantage est acquis et certain, puisque ensuite les survivants sont soumis aux mêmes chances, la mort n'étant pas différenciatrice. Dans l'espèce humaine, il est très apparent que la fécondité différentielle correspond à un plus grand nombre de naissances d'enfants robustes, mais cela est la résultante de bien des facteurs : utérus et glandes mammaires en bon état, organes endocriniens de fonctionnement normal ; dans la Nature, la variation favorable peut porter simplement sur le nombre des œufs, ou bien sur une coque un peu plus dure ou un peu plus épaisse, protégeant mieux les débuts du développement ; dans le cas des *Pentastemon*, Scrofulariée d'origine mexicaine qui est fécondée à Bruxelles par de gros Insectes, une petite particularité anatomique de la fleur du *P. gentianoides* à corolle mauve facilite la visite des Insectes et la fécondation

(1) Il y a eu environ 300 000 esclaves noirs introduits aux États-Unis, depuis 1619 jusqu'à la guerre de Sécession. Au bout de trois siècles, ce nombre est multiplié au moins par 30 ; on estime qu'il y a maintenant 10 millions de noirs et de mulâtres aux États-Unis. Les Américains sont en ce moment très préoccupés de l'affaiblissement de leur race supérieure, et, redoutant la fécondité des noirs et surtout des jaunes, ils interdisent toute immigration autre que celle des blancs de pure race, parmi lesquels ils préfèrent les nordiques à tous les autres.

Digitized by Google

croisée, d'où production par cette variété d'un plus grand nombre de graines, comparativement aux *Pentastemon* rouges, roses et blancs (Voy. pour les détails mon livre *L'Adaptation*, p. 124).

3° Enfin, il peut se faire, et c'est sans doute une éventualité commune, que le mutant ait la même vitalité et la même fécondité que le type dont il provient : alors l'espèce devient polymorphe (fig. 9, 10, 11, 12). On connaît, en effet, beaucoup d'espèces présentant des variétés de diverses sortes, en nombre variable suivant les stations, cohabitant avec le type : les Orthoptères verts, comme la Mante religieuse, la grande Sauterelle, les *Cyrtaspis*, *Phaneroptera* et *Homocoryphus*, ont une variété couleur feuille morte jaune ou brune, rare ici, commune ailleurs ; le Papillon *Nemeophila plantaginis* présente trois formes, jaune, blanche et rouge ; les Gastropodes dits amphidromes (Achatinelles des Sandwich [fig. 10], *Amphidromus polymorphus* de la Cochinchine et du Cambodge, *Partula* des îles polynésiennes) sont indifféremment, dans une même localité, dextres ou sénestres, etc. Notons en passant que le polymorphisme est de nouveau un très fort argument contre la sélection darwinienne, puisque celle-ci n'établit aucune discrimination appréciable entre des formes qui diffèrent par des caractères paraissant aussi importants que la couleur et la symétrie.

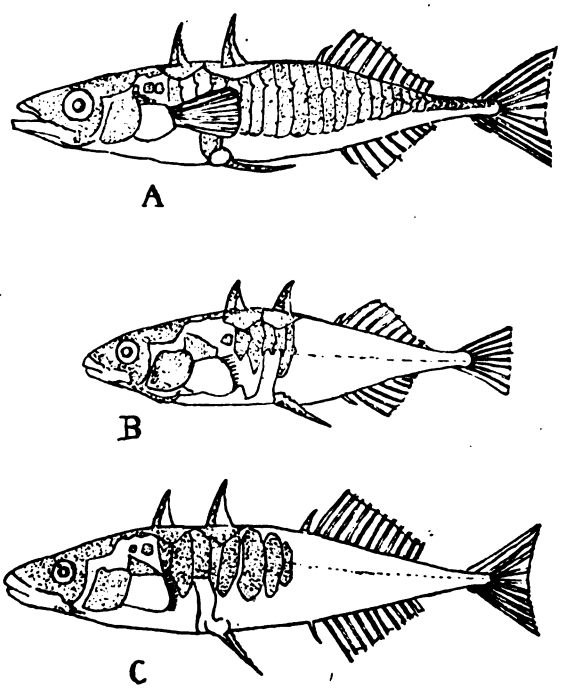


Fig. 12. — Epinoche (*Gastero steus aculeatus*) : A, forme *trachurus* dont les flancs sont entièrement recouverts de plaques osseuses (nord de l'Allemagne) ; B, forme *leiurus* à 5 ou 6 plaques (Seine) ; C, forme des mares salées de Lorraine, de grande taille, à 10 plaques latérales, dérivée de *leiurus*. Ces diverses formes peuvent être mélangées, mais elles ont en général une répartition géographique différente (CUÉNOT, *La Genèse des Espèces animales*, 1921).

***

TROISIÈME CAS. — Nous arrivons maintenant au cas le plus riche d'enseignements, celui des espèces linnéennes plus ou moins polymorphes placées ou transportées dans un milieu inconstant, qui peut présenter des changements brusques et accentués, par exemple un hiver très rigoureux ou un été trop sec, des modifications de salinité, des arrivées de parasites ou de prédateurs nouveaux. Il y a alors mort plus ou moins immédiate des individus qui ne peuvent supporter le changement et survie de ceux qui, par heureuse fortune, sont résistants, *préadaptés* à la nouvelle condition. Il y a bien cette fois mort différenciatrice, donc sélection, mais celle-ci est essentiellement physiologique et accessoirement morphologique, les caractères anatomiques n'ayant d'intérêt que dans la mesure où il y a un lien causal ou corrélatif entre eux et la réaction physiologique.

L'hiver rigoureux de 1879-1880 a fait périr, non seulement une multitude d'arbres et d'arbrisseaux exotiques cultivés depuis longtemps dans les parcs et les jardins, mais aussi une grande quantité de Chênes et de Hêtres dans les forêts ; dans le nord de la France et la Campine belge, les Pins maritimes, naturalisés depuis plus de cent ans, ont succombé, *sauf quelques individus ;* or les graines de ces derniers ont fondé une lignée résistante au froid qui, anatomiquement, ne paraît différer en rien des races sensibles.

Darwin rapporte que dans son jardin, sur 390 pieds de *Phaseolus multiflorus* de même âge, placés à la même exposition, 12 seulement résistèrent à une forte gelée nocturne ; quatre jours après, une gelée plus forte encore survint, et 3 pieds seulement survécurent. Ces derniers, évidemment, étaient préadaptés à un climat comportant de grands froids.

On sait que les Epinoches (*Gasterosteus aculeatus*) (fig. 12), Poissons d'eau douce, présentent la curieuse propriété de résister à l'osmose, de sorte qu'ils peuvent vivre et reproduire dans l'eau salée, même aussi concentrée que l'eau de mer. Si l'on prend dans un ruisseau d'eau douce un lot d'Epinoches et qu'on les place brusquement dans de l'eau de mer, ou inversement si l'on met en eau douce des Epinoches d'eau saumâtre, beaucoup d'individus meurent dans les premières vingt-quatre heures, mais d'autres résistent indéfiniment ; cette différence physiologique, si importante puisqu'elle permet à l'espèce

Digitized by Google

d'étendre son habitat, ne s'accompagne d'aucune modification morphologique perceptible.

Voici d'autres exemples où il y a une différence morphologique assez nette entre les élus et les condamnés : dans les forêts du Haut-Jura plantées en Epicéas (*Picea excelsa*), l'action sélective de l'hiver sépare au bout de quelques années deux formes : l'une, à branches étalées et grandes dans le bas, succombe par suite de la neige qui s'accumule sur les branches basses et les écrase ; l'autre, plus columnaire, à branches égales et inclinées, résiste parfaitement. Dans les pays froids où la température descend au-dessous de — 12° les crêtes et les barbillons des Coqs largement ornés gèlent ; aussi les races rustiques de ces pays (Hollande) n'ont-elles pas de lourdes crêtes.

Dans les pâturages où l'herbe est constamment tondue de près par les Lapins et les Moutons, les races naines ou prostrées de Graminées (*Lolium*, *Dactylis*) sont avantagées par rapport aux races dressées, parce que les premières peuvent seules former des graines ; aussi la population de pareilles stations est-elle uniforme d'aspect en ce qui concerne le port des herbes.

On a introduit aux États-Unis, en 1913, un Blé de Russie, le Webster, qui, parmi tous les Blés connus, s'est montré le plus résistant à l'infection par les diverses races d'un Champignon parasite du groupe des Rouilles ou Urédinales, le *Puccinium graminis tritici* ; ce n'est pas une résistance physiologique, le Webster n'étant pas immun. Mais il y a dans la tige un développement remarquable du tissu sclérenchymateux par rapport au collenchyme, de sorte que la Rouille est limitée à de petites aires et ne peut pas être très nocive.

***

Nous avons terminé maintenant cet examen du sujet difficile et complexe de la sélection intra-spécifique, et tenté d'y introduire quelque précision en nous référant constamment à des exemples concrets. Voici ce qui nous paraît ressortir de cette étude :

La sélection intra-spécifique existe ; c'est un fait incontestable. Mais on ne la voit remplir son office que dans trois circonstances :

1° Au début du développement, elle élimine le pire (tarés, malades, monstres) et par là agit en conservatrice de la bonne structure moyenne et de l'état physiologique moyen. Au cours de la vie, les autres morts ne relèvent le plus souvent que du hasard.

2° Elle favorise toutes variations qui, par une voie quelconque, aboutissent à augmenter le nombre des œufs viables ou à protéger les jeunes stades qui paient à la mort la plus lourde contribution. Les lignées les plus fécondes remplacent plus ou moins rapidement celles qui le sont moins (*fécondité différentielle* aboutissant à la *substitution*) ;

3° Lors des changements notables du milieu, la sélection fait sortir rapidement de la masse les individus ou les lignées qui, préalablement, possèdent une constitution adéquate aux nouvelles conditions (*préadaptés*) ; cette constitution se traduit par une résistance physiologique supérieure qu'ils transmettent à leurs descendants. Du même coup, sont sélectés indirectement les caractères corrélatifs avec cette résistance (taille, longévité, couleur, caractères anatomiques), de sorte qu'il s'établit un nouveau type racial, dont les races ou sous-espèces géographiques fournissent des exemples nombreux ;

4° Tout se passe comme si la Nature, *voulant* la perpétuation et l'extension de la Vie, donnait avant tout une *prime à la fécondité*, et suscitait à l'intérieur des espèces des *préadaptations* en divers sens qui, aux moments de crise, peuvent sauver quelques individus qui seront le début de nouvelles lignées.

Voilà pour la partie positive. Il y a une partie négative :

Quand Darwin donne, ce qui est rare, des exemples quelque peu concrets de sélection, il parle toujours des petites variations de forme et de dimensions que montrent les divers individus d'une même espèce, comparables aux différences légères d'habileté et d'armement qui peuvent exister entre des duellistes exercés ; il regarde les plus avantageuses comme la cause de la survie de leurs possesseurs ; pour lui, *la mort est différenciatrice*, constamment. C'est ainsi, par l'accumulation de petites étapes dont chacune constitue un avantage, que s'expliqueraient le gigantisme de la Girafe, l'évolution des bois des Cervidés et des pieds des Equidés, le perfectionnement d'un appareil comme l'œil, l'acquisition d'une couleur et d'une forme protectrices, la genèse des instincts compliqués. Nous ne croyons plus que les choses se passent de la sorte ; sauf dans les trois circonstances mentionnées plus haut, la mort nous paraît frapper au hasard et ne correspondre à aucun choix ; en effet, on n'a jamais pu prouver — j'entends d'une façon convaincante — que les petites variations individuelles avaient assez d'importance pour donner prise à la sélection. Il ne reste vraiment rien de cette partie de la sélection darwinienne ; bien entendu, il ne reste rien non plus de l'explication, si séduisante qu'elle soit, du développement progressif des organes complexes que cette hypothèse étayait. Nous reconnaissons volontiers que pour la remplacer, nous n'avons pas de système aussi complet à proposer.

Digitized by Google

Comment on peut lire une dépêche secrète

PAR

Rémi CEILLIER

Docteur ès sciences,
Officier de complément d'État-major.

I. — Ce que c'est que le décryptement.

Dès l'un de ses premiers numéros (1), *la Science Moderne* a publié un article où le général Cartier donnait à nos lecteurs une idée de ce qu'est la Cryptographie, qui depuis des siècles rend tant de services surtout dans les domaines diplomatique et militaire. L'importance presque toujours très grande, et parfois capitale, des informations que l'on prend la précaution de chiffrer, incite tout naturellement les adversaires des deux correspondants à trouver le secret de leurs communications, autrement dit à tenter le *décryptement* (2) des messages qui ont pu être captés, chose devenue assez facile grâce à l'induction (T. S. F, ou T. P. S., etc.).

Comment peut-on forcer le mystère de la convention secrète établie et conservée par les intéressés avec les plus grandes précautions? Par quelles méthodes, quels essais, quels tâtonnements, le décrypteur arrive-t-il à retrouver le texte clair dans l'amas incohérent de lettres et de signes qui lui sont soumis par les Services de Renseignements? C'est une question que se posent bien des personnes, et les préjugés les plus erronés ont cours. Pour les unes, il y a des méthodes mathématiques, codifiées, donnant automatiquement et sûrement la traduction en clair d'un message chiffré. Pour d'autres, le décrypteur est un devin, un sorcier, que le hasard ou l'inspiration guide dans ses tâtonnements. Il en est qui pensent qu'il n'y a là qu'affaire de patience, et qu'on décrypte en essayant successivement toutes les manières possibles de permuter ou de traduire les lettres du texte, jusqu'à ce qu'on tombe tôt ou tard sur un sens raisonnable. Si l'on réfléchit que *quatre* lettres seulement peuvent s'intervertir de 24 manières et se traduire chacune par 24 autres lettres ou par 576 groupes de deux (*bigrammes*), sans compter les systèmes où les transcriptions varient continuellement, on verra qu'une phrase de quelques mots seulement pourrait fournir au transcripteur assez de combinaisons pour exiger de celui qui voudrait la retrouver en clair par simple tâtonnement, plusieurs siècles d'un travail ininterrompu nuit et jour.

Mentionnons enfin une quatrième catégorie de personnes : celles qui estiment tout simplement que la prétention de percer à jour le secret d'un texte chiffré est pur charlatanisme, et que les décrypteurs sont des farceurs qui inventent le sens qui leur plaît pour un texte secret, et en justifient après coup l'exactitude par l'exposé d'un système traducteur non moins fantaisiste. Cela ne supporte pas l'examen : autant vaudrait prétendre qu'un gros livre s'est trouvé précisément composé rien qu'en jetant en l'air les caractères, qui en tombant se seraient retrouvés disposés juste dans l'ordre voulu. Un certain nombre de gens le croient encore, comme Voltaire dont l'esprit agile et superficiel niait volontiers tout ce qu'il n'avait pas eu le temps ou les moyens d'étudier de façon critique, et qui, dans son *Dictionnaire philosophique*, estimait que « ceux qui se vantent de lire les lettres chiffrées sont de plus grands charlatans que ceux qui se vanteraient d'entendre une langue qu'ils n'ont point apprise ». C'est pourtant à très peu près ce qui se produisit entre 1765 et le milieu du XIXe siècle lorsque successivement Niebuhr, puis Tyschen et Munter, plus tard Grotenfend et enfin Rawlinson et Burnouf, arrivèrent à reconstituer complètement l'assyro-chaldéen, jusque là inconnu, en *décryptant* les inscriptions cunéiformes de Persépolis, ou encore Champollion en interprétant le système des hiéroglyphes égyptiens.

En réalité, il y a quelques principes, il y a quelques tâtonnements qui doivent être systématiques, et il y a quelques repères possibles, probables ou certains dont le flair du décrypteur pourra faire état. Je vais essayer d'en donner une idée en montrant comment on attaque le décryptement du système le plus simple qui existe, et dans les conditions les plus favorables : le chiffrage par *substitution littérale constante*, dans une langue connue de l'adversaire, qui sera également censé avoir — chose extrêmement fréquente en fait — au moins une idée de l'expéditeur et du destinataire du message, et, si vaguement que ce soit, de la matière traitée : opéra-

(1) *La Science Moderne* avril 1924, pp. 212-220.

(2) Nous rappelons que *décrypter* est retrouver le sens d'un message chiffré sans en connaître la clef, alors que le correspondant qui la possède n'a qu'à l'appliquer pour *déchiffrer* sans nulle peine.

Digitized by Google

tion militaire, négociation, compte-rendu d'événements, avec probabilité que deux ou trois noms propres ou mots caractéristiques s'y trouvent quelque part.

Il est bien entendu que tout autre système présenterait au décrypteur des difficultés supplémentaires et demanderait à être abordé par d'autres méthodes. Nous ne donnons ici, malgré les promesses volontairement trop amples du titre, qu'une idée des ressources et des méthodes qui sont employées dans les décryptements.

II. — La substitution littérale simple constante (ou monogrammatique).

Rien de plus facile que de chiffrer de cette façon une dépêche : il suffit de remplacer chacune des 25 lettres de l'alphabet par une autre, ou par un nombre, ou par un signe, suivant une liste arrêtée et que possèdent les correspondants. C'est toujours la même lettre qui sera la traduction d'une lettre déterminée du clair, dont tous les A, par exemple, seront transcrits *n*. D'où la dénomination de *constante*. On dit aussi *uni-alphabétique*.

Pour déchiffrer, le destinataire n'aura évidemment qu'à se reporter à la liste alphabétique qu'il possède et cache soigneusement, et à écrire sous chaque lettre du message reçu celle qui est convenue comme correspondante : un A sous chaque *n* du texte chiffré, etc.

Il n'est aucunement nécessaire que l'alphabet convenu soit *réciproque*, c'est-à-dire que si A clair se chiffre *n*, le N clair se transcrive *a* en chiffré. Cette convention permet sans doute d'avoir une liste très peu encombrante, puisqu'elle ne comprend que deux lignes en regard conjuguées ayant 13 lettres seulement chacune (1) : mais elle ne rend le système ni meilleur ni plus mauvais (si le décrypteur sait que l'on emploie un alphabet réciproque, il lui suffira de rétablir l'équivalence de 13 des lettres pour connaître de ce fait les 26 : mais nous verrons qu'un alphabet dont la moitié est reconstituée peut être considéré en pratique comme complètement percé à jour).

Une deuxième remarque est qu'il est nécessaire d'avoir toujours cette liste bi-alphabétique *écrite* : elle peut alors ou être perdue, ou être copiée par un espion. Elle peut manquer aussi dans une circonstance urgente. C'est aussi le défaut des dictionnaires où des mots et syllabes sont traduits par des nombres. Il est donc très désirable qu'on puisse retenir de tête, mais sans difficulté ni erreur possible, l'ordre des 26 lettres ou nombres qu'on se propose d'opposer à l'alphabet normal ABCD...XYZ. Il existe évidemment un nombre à peu près indéfini de conventions possibles et faciles à posséder sans qu'il soit besoin de les écrire : et c'est à tout procédé mnémonique de notation alphabétique convenue, que l'on donne le nom de *clef*. Voici quelques exemples d'alphabets de substitution dont les règles de formation se devinent de suite :

ZYXWVUTS .....etc....EDCBA
AZBYCXDWEVF.....etc....PLOMN
BCDEFGH.....etc....WXYZA
CDEFGH.....etc....XYZAB
DEFGH .....etc....YZABC

Ces derniers alphabets, dont il existe évidemment 25 différents et qui consistent en somme à remplacer chaque lettre du texte clair par celle qui la suit dans l'alphabet normal à un, à deux, à trois... lettres de distance, sont connus sous le nom d'alphabets *ordonnés, parallèles, décalés*, ou encore à chiffrage *césarien* (1). Nous verrons que, si l'on peut ainsi transcrire très aisément de tête un texte clair en chiffré et réciproquement (il y a grand avantage à ne pas laisser traîner de brouillons, dont les espions tireront grand profit), le système de décalage employé par César offre au décrypteur une facilité toute particulière.

On emploie plus souvent encore, pour constituer une série de 26 lettres à placer en regard de l'alphabet normal, la clef ou convention suivante : on écrit dans l'ordre où elles se présentent toutes les lettres entrant dans une phrase convenue, mais *une fois seulement chacune* ; puis on complète avec toutes celles qui n'ont pas encore servi, dans l'ordre alphabétique. Par exemple, si la clef est : *Allons enfants de la patrie*, on écrit : ALONSEFTDPRI et on ajoute à la suite les quatorze lettres inutilisées : BCGHJKMQUVWXYZ. Et l'on écrit le tout sous l'alphabet ordinaire, lettre sous lettre. Il y a évidemment un nombre formidable de traductions alphabétiques possibles à établir par convention, puisqu'à chacune des 26 lettres de l'alphabet normal on peut opposer au choix une des 25 autres, et qu'il en sera de même pour chacune des 25 suivantes : cela fait un nombre d'alphabets exprimés par la notation 26 ! c'est-à-dire *factorielle* 26, ce qui signifie $26 \times 25 \times 24 \times 23 \times \ldots \times 2 \times 1$. Cela représente un nombre de combinaisons possibles exprimé par 27 chiffres, dont les premiers sont 10 775... : *plus d'un milliard et demi de milliards de milliards* de traductions alphabétiques ! Mais ces alphabets se valent évidemment tous, et il est de la

(1) Voir l'article indiqué du Général CARTIER, p. 215, première colonne.

(1) L'invention de ce procédé étant attribuée par Suétone à Jules César.

Digitized by Google

dernière naïveté de croire qu'une si grande richesse de moyens de transcription donne de la sûreté au procédé de chiffrage à transcription alphabétique constante.

Enfin, une dernière remarque est la suivante : c'est par milliers chaque année que des amateurs inexperts — potaches, prisonniers, amoureux ou malfaiteurs — « inventent » quelque alphabet qu'ils croient plus sûr qu'un autre : les uns croiront faire merveille en employant des chiffres au lieu de lettres, les autres penseront qu'un texte sera indéchiffrable si les lettres en sont remplacées par des signes. Il est trop évident que n'importe quel figuratif, du moment qu'il se substitue de façon invariable à une même lettre du texte clair, en vaut un autre pour le décrypteur. Faisons remarquer en passant que, puisqu'il existe plus de dix lettres dans l'alphabet, il faudra deux chiffres pour en traduire une ; et aussi que les signes sont intransmissibles par télégraphe ou par téléphone, qui sont les voies de beaucoup les plus employées pour les messages.

III. — *Les principes du décryptement.*

Tout le monde a lu au moins un récit ou roman où il est question du « déchiffrage » d'un cryptogramme. Un des plus célèbres est *le Scarabée d'Or* d'Edgar Poé, où le décrypteur est à vrai dire aidé par l'existence d'une séparation entre les mots (faute que commettent souvent les amateurs novices, et qui est d'un grand secours pour la supposition de mots). Mais Poë, les héros de Conan Doyle (1), de Jules Verne (2), de Paul Féval (3), et autres maîtres de la littérature d'imagination, font trop appel à la pure hypothèse, si raisonnable et logique qu'elle soit, et ne paraissent pas se douter qu'il existe pour chaque langue des lois statistiques très utilisables en matière cryptographique, si elles ne peuvent suffire à elles seules. C'est sur elles que nous allons insister un peu parce qu'elles sont très peu connues du public.

Les méthodes du décrypteur sont empruntées à trois groupes de recherches : les *lois statistiques* de l'idiome employé ; l'*hypothèse* posée à la suite des renseignements accompagnant le message (date, expéditeur, destinataire, mode d'envoi, circonstances ayant précédé ou suivi l'expédition, sujet approximatif du message) et qu'exploitera, par un tâtonnement très méthodique, le flair indispensable au cryptologue, mais presque toujours insuffisant à lui seul ; enfin, l'*exploitation du contexte*, qui exige des qualités analogues, mais de moindre envolée et consistant plutôt en expérience et en patience : il s'agit de « boucher les trous » peu à peu en utilisant ce que l'on vient d'obtenir.

I. Les lois linguistiques en décryptement. — Nous supposons que nous savons en quelle langue est écrit le message, que son orthographe est correcte (ce qui, volontairement ou non, n'est pas toujours le cas), qu'il n'y a ni séparation des mots, ni ponctuation au moins apparente. On se basera principalement, dans le cas du système simple qui nous occupe, d'une part sur la fréquence des lettres, d'autre part et surtout sur leur mode de groupement.

Pour fixer les idées, tenons-nous-en à la langue française.

La lettre que l'on y retrouve le plus fréquemment est l'E : elle est (sous ses diverses formes, c'est-à-dire accentuée ou non, muette ou sonore) presque deux fois plus abondante que n'importe quelle autre ; sa fréquence est de 16 à 18 sur 100 lettres c'est-à-dire qu'une lettre sur six environ est un E. Il en est d'ailleurs à peu près de même (de 12,6 pour l'italien à 18 pour l'allemand) pour la plupart des langues européennes, sauf en russe où la lettre la plus fréquente est l'O. Sans doute, il peut arriver qu'un membre de phrase assez important ne contienne aucun E ou presque pas (par exemple : *Il paraît n'avoir jamais connu Martin à Paris ni à Madrid, mais on croit qu'il l'a parfois vu à Stockholm il y a trois ans*) ; mais il est presque impossible qu'un message de longueur moyenne (plus de cent lettres, par exemple, ce qui fait une vingtaine de mots) et qui n'est pas rédigé spécialement pour jouer un tour aux décrypteurs, ne renferme pas un caractère dépassant en fréquence le 10 pour 100, et qui sera la transcription de E clair. Des exceptions se rencontrent parfois, et c'est une source d'erreurs et d'égarements dont on ne revient que tard et péniblement.

Les autres lettres fréquentes sont en français : S, N, A, R, qui se rencontrent chacune 7 à 9 fois dans 100 lettres, puis I, L, T, O, U, qui se trouvent 6 à 8 fois sur 100. Les fréquences respectives de ces neuf lettres sont donc bien voisines, et d'ailleurs les cryptologues ne les classent pas tout à fait dans le même ordre sous ce rapport. Vesin de Romanini les énumère EUSRANILOT, Kerckhoffs ESRIANTOUL, von Kasiski ENSAUTORIL, Valerio ENAIRSTUOLD, de Viaris EASINTRULO, Bazeries ESARINTULO, Bassières EARSINTULO, le général Cartier ESARTINULOC, etc. Au surplus, l'ordre exact de prédominance n'a pas d'importance pour deux raisons : d'abord parce qu'il n'est à peu près constant que pour de très longs textes, de 5 000 ou 10 000 lettres par exemple, et que dans

(1) *Les danseurs.*
(2) *La Jangada, Mathias Sandorf, Voyage au centre de la terre.*
(3) *Les Chevaliers du silence.*

Digitized by Google

les messages qui n'en contiennent qu'une ou deux centaines l'abondance de chacune peut être très différente, surtout s'il y a des noms propres étrangers ; ensuite, parce qu'on ne tient pas compte, pour décrypter, de ces fréquences trop variables et trop voisines ; il suffit d'en avoir une idée, qui parfois même égare plus qu'elle ne rend de services.

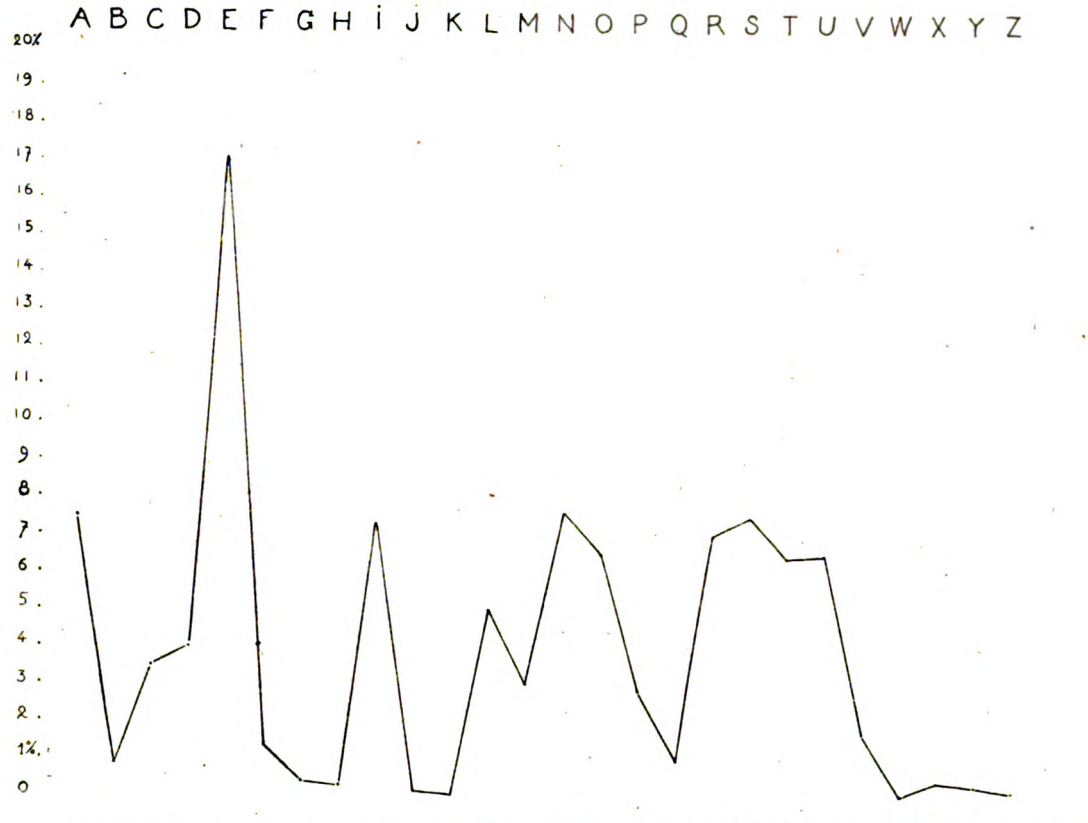


Fig. 1. — Graphique représentant le pourcentage moyen des différentes lettres de l'alphabet dans un texte français de longueur suffisante.

***

En revanche, on tient un grand compte des *associations* de lettres voisines (il est bien entendu que ni ponctuation si elle existe, ni séparation de mots ne figurent sur le texte chiffré et que toutes les lettres y sont consécutives ; il est seulement d'usage de les écrire par groupes de 5 pour reposer la vue, faciliter la lecture, le collationnement et la numération) (1).

Ainsi, l'S suit deux fois plus souvent l'E qu'elle ne le précède : sur 1 500 lettres, il y a en moyenne 42 ES contre 19 SE. Au contraire, il y a deux LE pour un EL. D'où un indice très sérieux pour se décider en faveur de l'une ou de l'autre de ces deux ettres, peu différente de fréquence et dont près des deux tiers s'accolent à un E. La lettre T n'est qu'une fois sur trois en moyenne associée à l'E, à peu près aussi fréquemment à sa suite qu'avant lui ; en revanche, 80 p. 100 des D (lettre assez peu abondante) accompagnent l'E, à raison de deux DE pour un ED. L'E est bien plus rarement associé à une voyelle, la langue française évitant les hiatus ; EI est dix à vingt fois plus rare que IE, de même UO par rapport à OU ; l'O est remarquable par son manque presque absolu de contiguïté avec E, avec qui les autres lettres communes s'associent abondamment. Disons en passant que sur 100 lettres il y a 43 à 46 voyelles, ce qui est plus qu'en allemand, mais moins qu'en italien et en espagnol ; et aussi qu'un mot français a 4 1/2 à 5 lettres en moyenne, ce qui est plus qu'en anglais et moins qu'en allemand.

Il y a d'autres associations très caractéristiques, par exemple QU : le Q, lettre dix fois plus rare que U, précède celui-ci invariablement sauf dans les mots *cinq* et *coq*. Lors donc qu'on remarque plusieurs fois une lettre rare toujours suivie d'une autre très fréquente, on peut soupçonner le *bigramme* QU ; on vérifie d'ailleurs en regardant si cet U possible est aussi fréquent après l'E que devant lui. A cause

(1) L'alphabet français permet d'écrire $26^2 = 676$ bigrammes différents ; mais, en pratique, on peut en rencontrer 300 au plus dans un texte français.

Digitized by Google

de cet indice on recommande (hélas ! généralement sans aucun succès) aux gens qui ont à chiffrer, de ne jamais employer d'U après le Q, et d'écrire *cinqante, qe, qantité*. En allemand, le bigramme CH est un groupe indicateur de même importance pour le décrypteur.

Il y aurait bien d'autres détails statistiques à donner. Je me contenterai d'attirer l'attention sur ce que les lettres redoublées sont surtout SS, puis LL, puis EE, ensuite NN, enfin TT. Parmi les

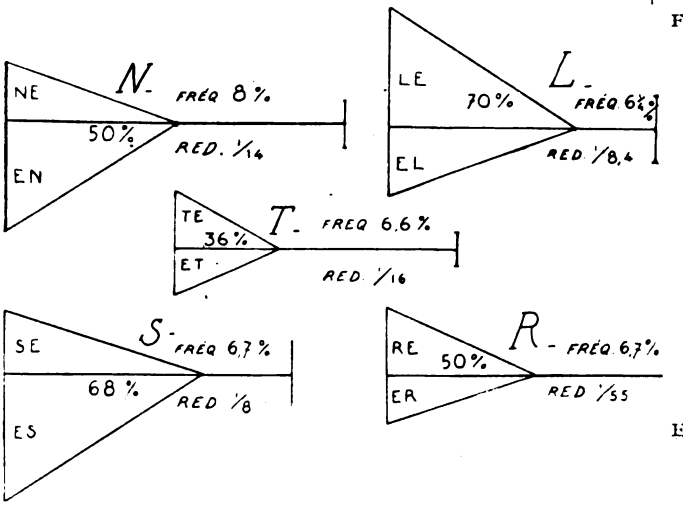


Fig. 2. — Diagrammes caractéristiques de quelques lettres fréquentes (pour la langue française). — La longueur du trait horizontal est proportionnelle à la fréquence de la lettre (5 millimètres pour 1 p. 100 de fréquence sur le total du texte). Le trait perpendiculaire élevé sur la gauche a également une longueur proportionnée à l'abondance des associations avant ou après E : ainsi on voit de suite qu'il y a deux fois plus d'EN que de NE et au contraire deux fois plus de LE que d'EL. Le triangle ayant ce trait vertical comme base a son sommet plus ou moins loin sur la ligne horizontale, suivant qu'il y a plus ou moins de ces lettres à accompagner un E : ainsi 70 p. 100 des L et 68 p. 100 des S précèdent ou accompagnent l'E, et seulement 36 p. 100 des T. Enfin, le petit trait vertical à l'extrémité de droite indique l'abondance des redoublements de la lettre : L et surtout S sont très souvent répétés en LL (une fois sur 8,4) et en SS (une fois sur 8,5), tandis que RR ne se trouve qu'une fois pour 55 R.

En dressant des diagrammes analogues pour les plus communes des lettres du texte à décrypter, on forme des figures dont, la comparaison avec celles-ci peut donner immédiatement l'équivalence en clair certaine ou très probable. Ces diagrammes sont d'ailleurs tracés plus complets en réalité, donnant idée de la fréquence des associations des diverses lettres les plus communes avec chacune d'entre elles, au moyen de traits supplémentaires de longueurs appropriées.

lettres fréquentes, AA et II ne se trouvent que dans une proportion dix à vingt fois plus pauvre. Deux lettres consécutives identiques indiquent donc à peu près toujours une consonne, si ce n'est E. On a donc encore là un moyen de se décider en faveur d'une lettre plutôt que de telle autre de fréquence analogue. Disons enfin que les *trigrammes* renfermant un ou deux E et deux ou une inconnue sont, pour les cinq cas possibles :

Ceux de la forme × E ×, le plus souvent *les* ; puis *del, des, men, nen*...

Ceux de la forme E × E, le plus souvent *ede* ; puis *ese, ele, eme*...

Ceux de la forme E × ×, le plus souvent *ent* ; puis *ell, est, ela*...

Ceux de la forme × × E, le plus souvent *lle* ; puis *que, sse*... (voir si les deux lettres qui précèdent E sont identiques ou différentes).

Ceux de la forme EE ×, toujours *ees*.

On vérifiera naturellement toujours le bien-fondé de la transcription qu'on vient d'adopter, par les autres caractères précédemment indiqués.

Si nous ajoutons que les *bigrammes* les plus fréquents en français sont ES et EN, et les *trigrammes* ENT et QUE, nous en avons largement assez pour édifier le squelette d'un décryptement.

II. L'EXPLOITATION DES PREMIERS RÉSULTATS. — On peut donc déterminer, avec beaucoup de chances de tomber juste, quatre à six des lettres les plus communes. Si pauvre que soit encore un tel alphabet, il représente déjà 50 à 60 p. 100 du texte total, et des fragments entiers apparaissent en clair ; d'autres n'ont que si peu de lacunes que le sens s'impose, et souvent saute aux yeux pour peu que le décrypteur ait l'attention et l'esprit inventif qui lui sont indispensables. Dans une dépêche militaire, par exemple, celui qui lit LENNE*x*I serait inexcusable s'il ne complétait pas instinctivement : L'ENNEMI, ce qui le met en possession de la lettre claire M, qu'il portera aussitôt partout où son équivalent *x* figurera dans le texte chiffré ; ceci fera apparaître de nouveaux fragments à lacunes interprétables, et ainsi de suite.

Il est évident que la reconstitution instinctive des mots incomplets sera beaucoup moins aisée si le décrypteur n'est pas très familiarisé avec la langue dans laquelle est écrit le message.

C'est donc le début qui est le plus difficile dans le décryptement, et qui exige le plus de méthode. Une fois quatre ou cinq lettres connues, la besogne est plus qu'aux trois quarts faite. Nous allons d'ailleurs nous en rendre compte dans l'exemple donné plus loin.

III. LA RECHERCHE DU MOT PROBABLE. — L'imagination méthodique, mais puissante du décrypteur, peut même s'exercer plus immédiatement. « Toute une école, à la suite de Bazeries, pour laquelle la qualité maîtresse du décrypteur est l'esprit intuitif, prétend même que cette méthode est la plus générale

Digitized by Google

et réussit presque toujours », écrit le colonel Givierge. Ce procédé reste stérile ou fantaisiste entre les mains d'un maladroit ; mais il en est qui obtiennent des résultats foudroyants. Supposons qu'on ait des raisons de soupçonner, dans un message, l'existence du mot *division* : sa structure caractéristique (trois fois la même lettre à un caractère d'intervalle, et les cinq dernières très fréquentes) sautera aux yeux du décrypteur exercé et attentif. A défaut d'un mot entier et très spécial, on peut être à peu près certain qu'on trouvera dans le message de petits mots ou fragments : *ment, les, que, tion*...

Il ne faut d'ailleurs pas croire que tout le contenu d'un message intercepté soit entièrement mystérieux ; il est rare au contraire que l'on n'ait pas la moindre notion des autorités entre lesquelles il est échangé et du genre de sujet qui y est traité. Des circonstances extérieures peuvent y aider. Il est bien évident, par exemple, que si l'antenne d'écoute vient de capter un radio qu'elle reconnaît être émis par un avion, si celui-ci, l'instant d'avant, venait de survoler une batterie en activité, et si cinq minutes après l'artillerie ennemie se met à contrebattre cette dernière, on peut être sûr que le message était à peu près conçu dans ce genre : *Batterie ennemie en activité corne sud du bois de la Caule*, par exemple. Le « style d'État-major » est si caractéristique, que des interprètes et des officiers du deuxième bureau arrivaient à posséder impeccablement le genre de rédaction de leurs confrères ennemis, et à l'employer tout naturellement.

Signalons à cette occasion qu'il est *on ne peut plus mauvais* de chiffrer seulement des membres de phrases ou des mots entremêlés de mots restant en clair. Il est trop évident qu'un message dans ce genre : « *Un* 4593 *vient de tomber sur le* 7622 *du* 4416 *commandant le* 2872 *de droite* », se lit aussitôt : « Un *obus* vient de tomber sur le *poste de commandement* du (*colonel?*) commandant le *secteur* de droite ». Voilà quatre ou cinq termes secrets livrés aussitôt à l'ennemi qui aura capté le message. Encore quelques communications de ce genre, et le dictionnaire secret sera inexistant. Bazeries a publié des dépêches demi-chiffrées de sous-ordres de Napoléon Ier, qui sont vraiment de purs « débinages » de la clef employée.

Voici encore un exemple de mauvaise discipline cryptographique, emprunté à la dernière guerre (je veux dire la plus récente) et qu'il n'y a pas, je pense, d'inconvénient à citer maintenant.

Une dépêche chiffrée adressée par un chef allemand à un autre est captée par nous, sans nul indice concernant son sujet probable. Dans l'heure, un nouveau message, envoyé cette fois par le destinataire du précédent à l'expéditeur, est également capté au passage, disant *en clair* : « Was ist Circourt? » (*Qu'est-ce que c'est que* CIRCOURT?) Ce petit hameau ou lieudit figure sur la carte française d'État-major, mais n'est en effet pas porté sur la carte allemande au 100 000e. Il était évident que le destinataire de l'ordre, n'ayant que cette dernière sous la main, n'y avait pas trouvé le nom, et qu'il demandait à l'expéditeur de lui indiquer la situation exacte de Circourt. Donc ce dernier mot existait quelque part dans la première dépêche, et ce renseignement présentait pour le décrypteur une importance considérable. On ne doit donc jamais faire allusion *en clair* au sujet d'un message *chiffré*. A plus forte raison ne doit-on pas en divulguer la traduction, même partielle.

IV. — Un exemple pratique de décryptement.

Nous allons appliquer les principes ci-dessus à une dépêche supposée écrite en français et émanée d'un État-major au front en secteur calme, dépêche envoyée à trois destinataires du même secteur (évidemment des sous-ordres). Le lecteur fera bien de suivre cette petite démonstration avec du papier et un crayon.

Voici le message à décrypter, découpé, suivant l'usage, en tranches de cinq lettres.

OHJHQ HUDOF RPPDQ GDQWO DGLYL
VLRQU HXQLU DOHMH XGLVH LCHDK
XLWKH XUHVO HVFKH IVGHF RUSVD
JUDQG VHUDX FRXUW LOVGH YURQW
HWUHH QPHVX UHGHO XLIRX UQLUG
HYLYH YRLAX QUDSS RUWSU HFLVV
XUOHW DWPRU DOGHO HXUVX QLWHV.

La première chose à faire est de compter le nombre de lettres ou signes. Nous en trouvons ici 175 (le message doit donc comporter 35 à 40 mots. Effectivement, nous en trouverons 40 quand le décryptement sera terminé).

Nous comptons ensuite combien nous trouvons de A, combien de B, de C, etc. ; et nous dressons la liste des diverses lettres par ordre de fréquence. Si nous avons bien affaire à une substitution alphabétique constante, la lettre la plus fréquente doit représenter environ un sixième du total, c'est-à-dire se présenter 25 à 30 fois (1) ; deux ou trois autres doivent exister 14 ou 15 fois, quatre ou cinq encore 10 à 12 fois.

Or voici ce que le relevé des fréquences nous donne :

H se trouve 28 fois, soit une fréquence de 16 p. 100;

(1) Pour avoir instantanément les pourcentages, il est très commode d'employer une petite règle à calculs.

Digitized by Google

U, 19 fois (11 p. 100) ;
L, 14 fois (8 p. 100) ;
X, 13 fois (7,4 p. 100) ;
D, V, 12 fois (7 p. 100) ;
Q, 11 fois (6,1/4 p. 100) ;
O, 10 fois (5,7 p. 100) ;
G, R, W, 9 fois (5,1 p. 100).

Cela suffit pour l'essai que nous voulons faire. On voit que nos prévisions sont parfaitement accomplies (« réalisées », en détestable français). Et aussi que l'H du texte chiffré s'impose comme représentant l'E du clair.

Plutôt que de faire le relevé de toutes les lettres figurant dans le message, cherchons les particularités que présente le groupement des plus communes, spécialement avec l'H, c'est-à-dire l'*e* clair. Nous ne saurions, en effet, décider ce que représentent au juste ces lettres fréquentes ; il est à peu près certain que U, L, X, D, V, correspondent à S, N, R, I, A clairs, et Q, O, R aux lettres claires T, L, U ; mais quelques erreurs sont possibles et en tout cas nous ne savons aucunement laquelle répond à laquelle.

Il faut peu de minutes pour constater que l'H (ou *e* clair, nous le savons) est cinq fois précédé soit de O, soit de U, soit de G ; cette dernière lettre n'est pas commune, et c'est une seule fois qu'elle se trouve à la suite de H. Cela indique comme probable que G = *d* en clair. Quant aux lettres O et U, toutes deux sont deux fois plus rares après l'H que devant lui : d'après ce que nous avons dit plus haut, il est à peu près certain que l'une est un I, clair, l'autre doit représenter R ou T clairs. Pour nous décider, au moins provisoirement, nous n'avons qu'à considérer la première syllabe de la dépêche : OH a bien des chances d'être l'article *Le*, du moment qu'il ne représente pas *De*. Adoptons donc O = L clair.

Au contraire, on rencontre quatre HV pour deux VH : cette fréquence, plus grande après l'*e* clair que devant lui, est, nous l'avons dit, très caractéristique de S clair. L'N clair est aussi plus fréquent après l'*e* qu'avant lui, mais la disproportion est généralement moindre. Admettons donc que V = S clair, peut-être N. Le trigramme clair *Les*, se traduisant ici OVH, doit être relativement fréquent, mais sur 175 lettres il ne faut pas s'étonner de ne le trouver qu'une fois (1).

Nous voici donc en possession de quatre lettres certaines ou extrêmement probables :

H = *e* clair ;
G = *d* clair ;
O = *l* clair ;
V = *s* clair, peut-être *n*?

Les lettres claires très communes (et par conséquent très importantes) N, T, R, A, I, sont à peu près certainement représentées par celles de l'ensemble U, L, X, D, Q, R ; nous avons dit que l'U est presque sûrement un R ou un T clair ; l'A clair, étant voyelle, ne doit pas ou presque pas être suivi de l'E clair (H du texte), et rarement le précéder : or nous trouvons une seule fois HD et pas une fois DH ; donc le D pourrait bien représenter A clair. Les autres voyelles U et I (claires), un peu moins communes, peuvent être dépistées par des considérations de voisinage, mais sur une courte dépêche ces recherches sont assez délicates et incertaines, et au surplus leur détail ennuierait le lecteur. Tenons-nous-en aux quatre lettres connues et aux deux probables, et transcrivons-les partout où nous les trouvons dans le texte, représentant toutes les autres par un simple point. Le point d'interrogation ne représente pas une lettre, mais est mis après les A pour rappeler qu'il est douteux. Les R et les T sont exposés ensemble, vu l'indécision au sujet de la traduction des U. Voici ce qu'on obtient :

LE.E.E.A?L...A?.DA?..LA?D...S...¦E...¦A?LE.E.D.SE...EA?...¦.E.¦.ESLES..E.SDE, etc.

A coup sûr, cet informe amas de lettres où dominent les lacunes, ne dit encore rien du tout au lecteur. Un décrypteur chercherait à placer les voyelles et l'N clair, que divers indices pourraient lui révéler ; mais mieux vaut dans ce court exposé (qui ne vise qu'à donner une idée de la variété des moyens à mettre en œuvre) essayer dès maintenant les ressources de l'imagination.

De la 22e à la 29e lettre, le cryptologue militaire n'a pu manquer de remarquer le mot à structure caractéristique où j'écris en capitales les lettres encore inconnues (dont trois fois la même fréquente, les trois dernières fréquentes aussi), et en minuscules italiques celles que nous connaissons :

*d*LYL*s*LRQ

c'est, très clairement pour lui, le mot *division*, d'ailleurs précédé de l'article *la* qui nous est connu en clair, (ce qui confirme la valeur D = *a*). Du coup, quatre nouvelles lettres claires nous sont communiquées :

L du chiffre signifie *i* clair.
Y du chiffre signifie *v* clair.
R du chiffre signifie *o* clair.
Q du chiffre signifie *n* clair.

résultats d'ailleurs très conformes aux prévisions approximatives que nous énoncions plus haut.

Voici donc huit lettres de connues, dont quatre voyelles ; et l'U du texte est à demi connu, puisqu'il correspond sûrement à *r* ou à *t* clairs. On peut dire

(1) Si le V du texte représentait un N clair, le trigramme OHV signifierait *les* ; il n'est pas rare dans les dépêches militaires, à cause du terme *l'ennemi*.

Digitized by Google

que maintenant le plus fort est fait. Portons ces lettres partout où elles se trouvent dans le texte. On a maintenant comme début :

LE.ENE‡AL.O..ANDAN‡ LA DIVISION ‡E. NI‡ALE.E.DISEI.EA..I‡.E.‡ESLES.. E. SDE,

et cætera.

Les deux premières lettres constituent un article, et le mot qui suit commence sûrement par une et nous révèle que X représente l'*u* clair. On peut dire que le cryptogramme est maintenant complètement déchiffré. La teneur complète est :

Le général commandant la division réunira le jeudi seize à huit heures les chefs de corps à Grand Séraucourt. Ils devront être en mesure de lui fournir de vive voix un rapport précis sur l'état moral de leurs unités.

Pour qu'on ne m'accuse pas d'avoir trop compté sur la facilité du mot *division*, je ferai remarquer

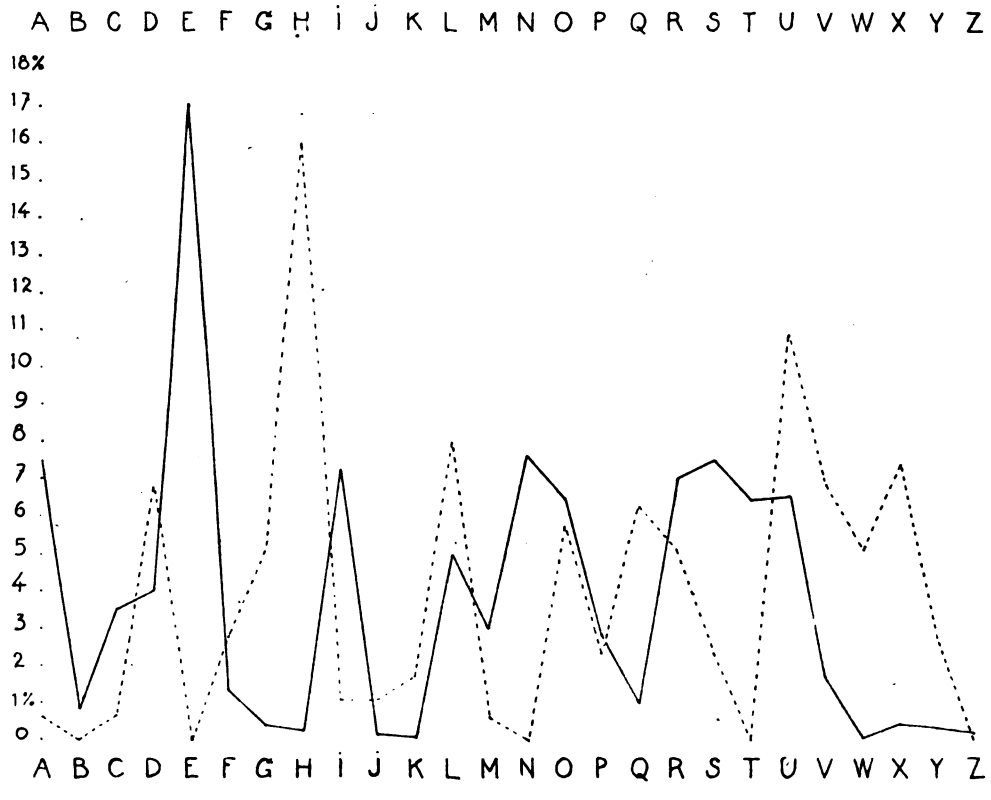


Fig. 3. — Graphiques superposés indiquant (en trait plein) le pourcentage théorique des lettres en français, l'autre (en pointillé) celui qui existe dans le texte donné comme exemple. On voit de suite le parallélisme des deux tracés, dont celui en pointillé n'a qu'à être poussé de trois intervalles vers la gauche pour se superposer très sensiblement à l'autre, révélant ainsi le caractère « ordonné » de l'alphabet et livrant d'un seul coup la traduction de ses 26 lettres.

consonne (peu commune) : on a évidemment LE GÉNÉRAL, ce qui non seulement nous donne J = *g* clair, mais nous fixe sur la valeur U = *r* clair. Plusieurs séparations de mots peuvent maintenant être établies, et permettent de lire comme début :

LE GÉNÉRAL .O..ANDAN. LA DIVISION RE.NIRALE...

Il ne faut pas être grand clerc pour compléter le troisième mot (avec ses deux P consécutifs) en lisant COMMANDANT, ce qui nous donne trois nouvelles lettres, dont l'important T clair (*w* en chiffré), que l'on portera, bien entendu, partout où elles se rencontrent. Le sixième mot est RÉUNIRA, que le passage GHYLYHYRLA, correspondant aux mots *de vive voix*, présente lui aussi trois fois une même lettre Y avec une autre formant séparation ; mais l'H représentant l'*e* clair comme on le sait déjà, la transcription serait .*e*Y.Y*e*Y..., ce qui ne peut pas représenter le vocable *division*. On voit donc que le décrypteur ne se lance pas aveuglément au hasard de l'inspiration.

V. — Quelques remarques. — Facilités..

Si l'expéditeur du message l'avait chiffré en marquant les séparations entre les mots, le travail aurait été très simplifié, en faisant deviner *le* et *de*

Digitized by Google

surtout. Il n'est pas rare que les clients ordinaires de la police chiffrent assez naïvement, et, peu soucieux de varier leur style, commencent par *mon cher...* ou *ma chère*. Si l'on sait la qualité et le nom de leur correspondant, la première ligne livre à elle seule la moitié de l'alphabet, et tout est lu en cinq minutes.

Le cryptogramme donné comme exemple est chiffré « à la Jules César », par alphabet normal décalé de trois rangs : A se traduit par *d*, B par *e*, C par *f*, etc. Ce système, s'il permet de transcrire de tête, est par contre exceptionnellement mauvais : si l'on s'aperçoit aux deux ou trois premières lettres décryptées que les transcriptions suivent à trois intervalles les lettres claires, il suffit d'un instant pour que les 26 soient révélées à la fois. Il y a même deux moyens automatiques pour faire apparaître le texte sans grand travail : l'un consiste à recopier plusieurs fois le début du message en remontant ou en descendant à chaque fois d'un degré dans l'alphabet ; tout apparaît soudain en clair lorsqu'on tombe sur le décalement voulu. Par exemple, je recommence le début du cryptogramme ci-dessus en remplaçant à chaque fois chaque lettre par celle qui est à 1, à 2, à 3.... rangs au-dessus dans l'alphabet normal.

OHJHQUDO...
NGIGPGTCN...
MFHFOFSBM...
LEGENERAL...

On peut si l'on préfère disposer en colonne, verticale les lettres successives du texte, et écrire horizontalement à la suite de chacune l'alphabet normal à partir d'elle : c'est alors en colonne verticale qu'apparaît à un moment donné le texte en clair :

Opqrs	mnL
Hijkl	cdE
Jklm	efG
Hijkl	cdE
Qrstu	lmN
Hijkl	cdE
Uvwxy	pqR
Defgh	yzA
Opqrs	jkL

L'autre moyen consiste à établir sur un papier quadrillé un graphique des fréquences des lettres du texte comme celui que nous avons donné page 493 pour l'alphabet normal ; puis à le comparer à celui-ci, soit par simple rapprochement, soit par superposition, l'un des deux étant fait sur calque (fig. 3). Le contour général de l'ensemble est tout à fait comparable (même, chose intéressante, si une ou deux lettres se trouvent être exceptionnellement abondantes ou rares), et l'on voit de combien il faut faire glisser l'un des alphabets vers la droite ou vers la gauche pour rétablir la quasi-coïncidence. Ici, l'alphabet clair commence son A au D de l'alphabet chiffrant. Si au contraire ce dernier n'a pas gardé l'ordre normal des lettres mais est « incohérent » « interverti » ou fait « à bâtons rompus », les deux diagrammes n'offrent aucune ressemblance.

VI. — Conclusion.

Quelle est la valeur du système cryptographique de la substitution lettre pour lettre d'après une équivalence bi-alphabétique invariable ?

La réponse est simple : ce procédé n'a pratiquement *aucune* valeur si les correspondants risquent de se trouver en présence d'adversaires quelque peu initiés, et auxquels la langue du cryptogramme est connue, ainsi que quelques généralités (même très sommaires) sur la matière du message et la qualité des correspondants. Une très courte et unique dépêche pourra rester incomprise ; mais comme il est certain qu'en temps de guerre ou de tension diplomatique ou politique les messages seront transmis et captés par dizaines et par centaines, en si peu de temps que le même alphabet n'aura pas eu le temps de changer, la collection de ces dépêches sera une proie facile pour le décrypteur. De Viaris n'hésite pas à dire, comme conclusion à une étude sur des systèmes plus compliqués, qu'il peut considérer comme pratiquement déchiffré un message réduit à l'état de transcription uni-alphabétique constante.

Il est très recommandable d'écrire son texte, avant de le chiffrer, *à rebours*, c'est-à-dire en commençant par la dernière lettre pour terminer par la première (c'est ce qui a lieu dans le cryptogramme manuscrit du *Voyage au centre de la terre* de Jules Verne, et cela suffit pour égarer pendant un bon moment le professeur Lidenbrock). De la sorte, tous les EN deviennent des NE, les ES des SE, l'U précède presque toujours l'O au lieu de le suivre, etc. Cela change complètement les déductions qu'établit le décrypteur sur les séquences ou bigrammes. Il aura toujours intérêt, lorsque des essais prolongés auront été vains, de récrire à rebours le cryptogramme rebelle et de recommencer son analyse sur cette nouvelle base. Ce procédé ne peut donc guère que retarder la découverte du texte, ce qui n'est pas sans intérêt dans bien des cas, mais ce n'est pas là « rendre indéchiffrable » un cryptogramme. Rappelons-nous qu'un système de valeur médiocre reste toujours médiocre malgré les complications qu'on entasse : deux faibles cloisons qui se superposent ne remplacent pas une forte cloison, car on les fracturera l'une après l'autre.

Digitized by Google

L'Autogyre de l'Ingénieur de la Cierva

PAR

G. LE TOUVET

Ingénieur des Arts et Métiers.

Avant d'entreprendre la description de l'autogyre que l'ingénieur de la Cierva vient de réussir à mettre au point, il nous paraît utile de rappeler succinctement et simplement les raisons qui ont aiguillé les inventeurs vers une nouvelle conception du plus lourd que l'air, qui pour beaucoup semblait cristallisé dans sa forme actuelle.

L'aéroplane, que nous avons, avec raison d'ailleurs tout au moins pour l'instant, coutume de considérer comme le prototype des machines volantes, est en principe composé d'une voilure, d'un moteur et d'un organe de propulsion, en l'espèce une hélice mise en mouvement par le moteur.

Comment une telle machine peut-elle s'affranchir de la pesanteur et se maintenir en l'air ? L'hélice, généralement tractive, est en somme une portion d'hélicoïde située en bout de l'arbre moteur et entraînée par celui-ci dans son mouvement de rotation. Grossièrement, sous l'influence de cette rotation, l'hélice se visse dans l'air à la façon d'un écrou sur sa vis et imprime ainsi à l'appareil tout entier un mouvement horizontal de translation. L'air réagit naturellement contre ce mouvement et cette réaction se traduit par une force R perpendiculaire à la voilure, comme le montre la figure. Cette réaction peut se décomposer en deux autres forces, l'une V horizontale et l'autre H verticale. La première V tend à s'opposer à l'avancement de l'appareil tandis que la force H, ainsi que l'indique sa direction tend à le soulever, en somme à l'enlever du sol, à le faire voler. Le poids de l'avion s'oppose naturellement à l'action de cette dernière force et celui-ci ne pourra décoller que si l'intensité de la force H est supérieure à l'action de la pesanteur. L'inclinaison de la voilure étant constante, l'intensité H ne pourra croître que si R croît. Or la résistance de l'air est fonction de la vitesse de l'appareil. Pour que celui-ci décolle il faudra donc que sa vitesse arrive à atteindre une certaine grandeur pour laquelle la composante verticale H sera supérieure à l'action de la pesanteur.

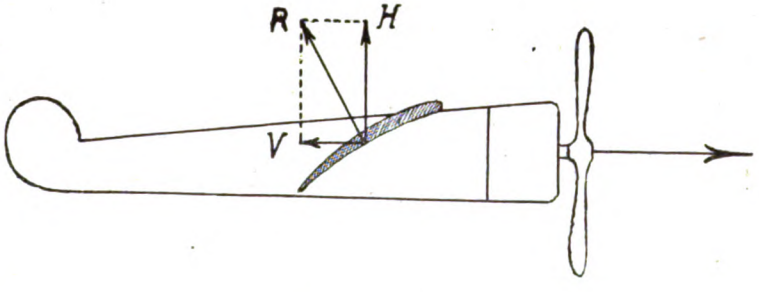


Fig. 1. — Schéma du principe de l'autogyre de la Cierva.

L'avion tel que nous sommes habitués à le concevoir a donc besoin de prendre, avant décollage, une vitesse horizontale suffisante, vitesse variable avec l'incidence de la voilure et la charge au mètre carré, et pour cela de rouler au sol pendant un temps relativement long. Ce décollage ne pourra d'ailleurs se faire que suivant un angle presque nul. Après décollage, pour que l'avion puisse prendre de la hauteur, et même simplement conserver sa ligne de vol, il faudra toujours que la composante H reste au moins égale à sa valeur de décollage, et en vol sous charge normale la ligne de montée de l'avion, exception faite d'une chandelle forcément de courte durée consécutive à une augmentation de vitesse due à un vol piqué, ne pourra toujours avoir qu'une inclinaison assez faible sur l'horizontale. Un avion ne pourra donc prendre de la hauteur que relativement lentement et en décrivant une trajectoire étendue.

De même, à l'atterrissage, l'avion devra conserver cette vitesse critique et aborder le sol avec celle-ci et presque parallèlement.

Dès que l'appareil n'atteint plus sa vitesse de sustentation, c'est-à-dire dès que la valeur de la composante H descend au-dessous de l'action de la pesanteur, il ne vole plus et tombe comme une pierre abandonnée à elle-même. On dit qu'il est en *perte de vitesse*. Cette perte de vitesse, qu'elle provienne d'une défaillance du moteur ou d'une faute de pilotage, est en toute certitude la cause de la presque totalité des accidents mortels, et elle est particulièrement dangereuse au départ et à l'atterrissage.

Digitized by Google

En résumé, l'avion actuel présente les inconvénients suivants :

1° Décollage et atterrissage à grande vitesse et sous un angle très réduit, nécessitant un terrain de grandes dimensions ;

2° Obligation de maintenir constamment une certaine vitesse sous peine de chute d'autant plus dangereuse que l'appareil se trouve plus rapproché du sol.

Dans ces conditions il ne faut pas s'étonner si de nombreux inventeurs se sont tournés vers une autre voie et ont cherché à éliminer le danger de la perte de vitesse. Ils ont naturellement essayé de suite de trouver l'appareil supprimant radicalement les inconvénients actuels, et sont arrivés ainsi à la conception de l'hélicoptère où le moteur, au lieu d'actionner une hélice tournant dans un plan vertical, entraîne une série de pales ou d'hélices horizontales qui en se vissant dans l'air tendent à soulever verticalement tout l'ensemble. Il est bien évident qu'un appareil ainsi conçu doit théoriquement pouvoir décoller et atterrir sous un angle de 90°, il est bien évident également qu'il ne peut se mettre en perte de vitesse, car en supposant que, par suite d'un arrêt du moteur et de la rotation des pales, il descende verticalement, ces dernières, sous l'action de la réaction de l'air, reprendraient leur mouvement et rétabliraient ainsi le vol normal de l'appareil.

Malheureusement la réalisation d'un tel appareil est loin d'être aussi simple, et les inventeurs se sont heurtés à de nombreux écueils : écueils mécaniques provenant de la difficulté d'accoupler un moteur avec toute la solidité nécessaire à des pales qui sont de véritables plans d'avions, et de faire tourner ces dernières ; écueils d'établissement consécutifs au défaut d'équilibre résultant de la grande étendue des masses en mouvement, etc..

Pour avoir voulu rechercher de suite la solution idéale, les ingénieurs qui se sont attelés au problème de l'hélicoptère n'ont jusqu'à ce jour connu, en somme, que des échecs, ce qui ne veut pas dire que le problème doive être définitivement abandonné, au contraire.

L'ingénieur de la Cierva a été plus modeste, il a voulu opérer par étapes et s'est pour l'instant contenté d'essayer d'améliorer l'aéroplane en établissant une machine située entre celui-ci et l'hélicoptère. C'est ainsi que petit à petit est née l'*autogyre* après de nombreux tâtonnements et pas mal de déboires.

De l'avion elle a conservé le moteur et l'hélice tractive montés en bout de la carlingue habituelle. La cellule a, par contre, disparu et est remplacée par une sorte de grande hélice horizontale qui constitue la véritable voilure de l'appareil. Un plan de dimensions très réduites et d'une surface totale d'environ 6 mètres carrés subsiste, il n'a d'ailleurs par pour but d'assurer l'envol mais sert uniquement à supporter les ailerons nécessaires à la manœuvre. Nous verrons plus loin qu'il devrait par la suite logiquement disparaître. Les pales sont fixées sur un axe à peu près vertical sur lequel elles sont articulées par liaison souple de façon à donner à chacune d'elles une souplesse et une indépendance aussi grandes que possible. Elles sont réunies entre elles par haubans et sandows permettant, jusqu'à une certaine limite, des variations automatiques d'angle dans le plan de rotation.

Le moteur est un sept cylindres en étoile à refroidissement à air développant une puissance de 200 CV. La vitesse moyenne de l'appareil équipé en biplace, avec une charge d'essence très réduite, puisqu'elle ne lui permet qu'un rayon d'action de 200 kilomètres, est d'environ 150 kilomètres à l'heure et son plafond de 4 000 mètres.

Sur bases de vitesses l'autogyre aurait réalisé 180 à 185 kilomètres à l'heure. De toute façon, au cours de la traversée de la Manche, sa vitesse était sensiblement la même que celle du *Goliath* qui l'accompagnait.

I. — Décollage. — Lorsque l'appareil, tiré par son moteur, commence à rouler au sol, la voilure rotative sous l'effet de la réaction de l'air se met en mouvement. Étant données ses grandes dimensions et par conséquent son inertie importante, il lui faut évidemment un temps assez long pour prendre sa vitesse de régime de 80 à 90 tours minute. Au cours des essais faits dernièrement à l'aérodrome du Bourget, de la Cierva a dû rouler chaque fois environ 200 mètres pour que sa voilure atteigne cette vitesse. A ce moment le pilote met tous les gaz et le décollage s'effectue en 25 mètres environ sous un angle sensiblement analogue à celui d'un avion très bon grimpeur. L'autogyre au départ ne présente donc pas dans sa forme actuelle un avantage très marqué sur l'avion. Il est vrai cependant que les 200 mètres de roulage nécessaires pour amener la voilure à sa vitesse de décollage sont faits à petite allure et qu'ils peuvent par conséquent être effectués suivant une trajectoire courbe, en décrivant une circonférence de rayon assez faible par exemple

II. — Vol. — En vol la sustentation de l'autogyre est assurée uniquement par la rotation des pales et le déplacement horizontal par l'hélice tractive. Le pilotage, montée, descente, virages s'effectue de la même façon qu'avec un appareil ordinaire. Il est même facilité grâce à la voilure tournante, car le

Digitized by Google

pilote n'a pour ainsi dire plus à se préoccuper de la perte de vitesse et il peut avec moins de danger amorcer des virages aigus à faible altitude. En effet, dès que pour une cause quelconque la vitesse de rotation de la voilure ne permet plus à l'appareil de se soutenir, celui-ci tend à s'enfoncer, mais en même temps et sans que le moteur tourne plus vite, l'action des pales sur l'air, au cours du mouvement de descente, provoque une réaction de celui-ci, réaction qui se traduit par une rotation de la voilure qui rétablit la sustension de l'appareil et arrête la chute.

En vol l'autogyre a donc un avantage sur l'avion : celui d'ignorer sensiblement la perte de vitesse.

III — ATTERRISSAGE. — L'atterrissage avec l'autogyre peut se faire de trois manières : à la façon d'un avion, verticalement à la façon théorique d'un hélicoptère, d'une manière mixte. Le premier genre d'atterrissage ne présente évidemment aucun intérêt. Par contre, la faculté que présente l'appareil de la Cierva d'atterrir sensiblement suivant une verticale représente un progrès incontestable. Cette propriété de l'autogyre s'explique facilement : par suite de la grande dimension des pales et de leur inertie importante elles continuent à tourner pendant un laps de temps assez long même lorsque le moteur est arrêté et la vitesse horizontale nulle. En admettant donc qu'à une altitude assez faible le pilote réduise presque complètement son moteur, l'autogyre, lorsque la vitesse horizontale sera tombée voisine de zéro, s'enfoncera doucement puisque les pales tournent toujours et cela jusqu'au sol. Cette manœuvre doit demander évidemment un certain entraînement, mais elle n'est sûrement pas plus difficile que celle nécessitée par l'atterrissage d'un avion normal. L'autogyre résout donc, dès à présent, le problème de l'atterrissage sur terrain de dimensions très réduites, et on conçoit sans peine toute l'importance de ce résultat qui atténue considérablement le danger souvent grave de l'atterrissage en campagne avec des avions abordant le sol à une vitesse toujours très grande.

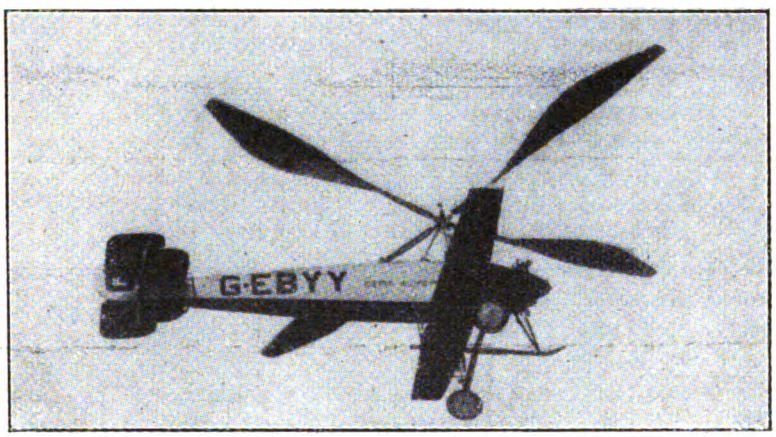


Fig. 2. — L'autogyre en vol. (Cl. Rol)

Certes, l'autogyre est loin d'avoir fait toutes ses preuves et il reste à savoir comment se comportera sa voilure tournante par mauvais temps et sous une charge plus grande que celle du modèle que nous avons vu évoluer. C'est évidemment une question de mise au point, qui ne saurait tarder maintenant que le pas le plus important a été fait.

D'aucun, ont déploré que l'autogyre ne puisse prétendre au rôle d'appareil de guerre ; il est bien évident qu'il ne saurait se permettre les acrobaties inhérentes à tout combat aérien, mais qu'importe, l'aviation commerciale lui laisse un champ plus que suffisant.

Il y aura certainement nombre de gens qui profiteront de l'accident d'atterrissage survenu à de la Cierva au cours de la dernière exhibition qu'il fit au Bourget pour décrier son œuvre. Que l'on se souvienne qu'aucun avion, si au point soit-il, n'est à l'abri d'un accident semblable.

L'autogyre ouvre sans aucun doute une voie nouvelle au plus lourd que l'air, car il ne faut pas considérer sa conception actuelle comme définitive. Il est susceptible de bien des perfectionnements que l'on peut estimer prochains, et puis plus tard peut-être, d'une modification plus importante pouvant nous amener à l'hélicoptère.

Dès à présent, il nous semble que l'on pourrait arriver relativement facilement à éviter le roulage à marche lente au vol en lançant la voilure à l'aide d'un démarreur accouplé au moteur, démarreur que l'on arrêterait dès que les 80 ou 90 tours nécessaires au décollage seraient atteints. Ce dernier s'opérerait donc simplement en roulant 20 ou 25 mètres pleins gaz. Il nous semble également que les ailerons pourraient être supprimés en réalisant la direction transversale par inclinaison de la voilure. Les petits plans actuels n'auraient alors plus de raison d'être et pourraient disparaître.

De la Cierva avait commencé à Londres une tournée triomphale, juste récompense de cinq ans de persévérance et d'efforts, qu'un accident stupide est venu interrompre. Il pourra, souhaitons-le, la reprendre bientôt et trouver ainsi le complément à la consécration que Londres et Paris ont commencé de lui donner.

Digitized by Google

Les expériences du Colonel Charles Renard et l'autogyre de M. de la Cierva

PAR

J. NETTER

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

NOTE DE LA RÉDACTION

Notre collaborateur M. Netter nous adresse une note que nous publions volontiers en même temps que l'article de M. Le Touvet, et où il désire attirer l'attention du public sur la part qu'il convient, semble-t-il, de réserver au Colonel Ch. Renard dans l'établissement des données sur lesquelles vit encore aujourd'hui l'aviation, établissement qui remonte à une époque où les moteurs encore trop lourds interdisaient de passer à la réalisation expérimentale de ces études.

Un monument vient d'être élevé, à Lamarche, à la mémoire du colonel Charles Renard dont les vues lumineuses dominent encore toute l'aéronautique moderne. Ne reconnut-il pas, en effet, le jour même où il réussissait pour la première fois à diriger un ballon en air à peu près calme, que pour arriver à se diriger contre un vent de force moyenne, il lui faudrait disposer d'un moteur pesant moins de 4 kilogrammes par cheval, mais qu'avec un pareil moteur il lui serait tout aussi aisé d'imprimer à un plus lourd que l'air muni d'un plan incliné sur l'horizon une vitesse assez grande pour que la réaction de l'air équilibrât le poids de l'appareil — qu'il baptisa *aéroplane* au moment même où il le conçut. D'après les calculs de Renard, la solution complète du problème de la direction des ballons devait donc conduire immédiatement à celle du problème de la sustentation et de la direction d'un plus lourd que l'air.

Or, l'allégement du moteur à explosion était l'objet des recherches de tous les constructeurs d'automobiles et le pas qui restait à faire dans cette voie ne devait pas tarder à être franchi.

Dans une note adressée à l'Académie des Sciences, Renard ne tardait d'ailleurs pas à préciser aussi les conditions à remplir par un *hélicoptère*, c'est-à-dire par un appareil dont l'envol est déterminé uniquement par la réaction de l'air sur l'hélice dont l'axe est alors vertical afin qu'elle exerce sur l'appareil une traction directement opposée à la pesanteur.

Cette note restée célèbre établissait que les dimensions et la vitesse qu'il faudrait donner à l'hélice de l'hélicoptère seraient si considérables que la construction en offrirait les plus grandes difficultés; et ce résultat n'avait rien de surprenant, puisque la réaction qui provoque l'envol de l'hélicoptère doit être exercée par l'air sur l'hélice seule et non, comme dans un aéroplane, sur l'énorme plan incliné formé par la surface des ailes.

Les inventeurs, au nombre desquels M. de la Cierva, qui ont tenté la construction d'hélicoptères, ne pouvaient donc aboutir qu'à des échecs.

Et voilà pourtant que M. de la Cierva nous apporte un perfectionnement peut-être capital de l'aéroplane. C'est que, au cours de ses longues et malheureuses tentatives de réalisation d'un hélicoptère, il a été conduit à reconnaître la possibilité de tirer un heureux parti de la combinaison des effets de deux hélices tournant l'une autour d'un axe horizontal, l'autre autour d'un axe vertical, combinaison grâce à laquelle il est permis d'envisager avec confiance la construction d'appareils munis d'un frein automatique de descente et s'accommodant de terrains d'envol et d'atterrissage beaucoup plus exigus qu'aujourd'hui. Leur réalisation contribuera davantage aux progrès de l'aviation commerciale que les plus belles épreuves sportives, voire la création d'un ministère de l'Air.

Digitized by Google

Les représentations de l'Astronomie dans l'art décoratif

PAR

J. ROUCH

Capitaine de frégate.

Fille de Jupiter et de Mnémosyme, l'une des Neuf Muses, c'est à ce titre que l'Astronomie, sous le nom d'Uranie, fut représentée dans l'antiquité. On lui donnait, comme attributs ordinaires, une sphère céleste, ou un compas.

Nous avons conservé quelques statues de ce genre. Ce sont généralement des œuvres assez médiocres. Le musée du Louvre possède, dans ses collections grecques, une statue supposée d'Uranie. C'est un marbre un peu froid, harmonieusement mais trop régulièrement drapé. La tête, très belle malgré son cou un peu fort, est couronnée d'étoiles. Dans la main droite, la muse tient un rouleau de papyrus. Sa main gauche soulève légèrement un pan de sa tunique.

Sur la terrasse de l'Orangerie du jardin des Tuileries, une Uranie antique est debout, la tête nue. Elle est vêtue d'une tunique plissée et d'un pallium enveloppant le bras droit, dont la main, seule visible, est posée sur le cœur. La main gauche, tendue en avant, tient un globe. C'est à cette attitude que cette statue doit son nom d'Uranie ; malheureusement ce bras gauche et ce globe ne sont que des restaurations modernes.

Fig. 1. — Uranie. Art grec (Musée du Louvre).

Des pierres gravées, des médailles, des monnaies antiques représentent aussi l'Astronomie, assise ou debout, avec son globe et son compas.

***

« Le Saint-Esprit, dit le manuscrit d'Herrade (*Hortus deliciarum*, Strasbourg), est l'inventeur des Sept Arts libéraux, qui sont la grammaire, la rhétorique, la dialectique, la musique, l'arithmétique, la géométrie, l'astronomie ».

L'iconographie chrétienne a donc, elle aussi, représenté l'astronomie. On en trouve de curieuses figurations sur les portails de quelques-unes de nos cathédrales.

A Notre-Dame-de-Paris, l'Astronomie est représentée dans un groupe de médaillons en bas-reliefs, qui décorent la partie inférieure de la Porte Centrale ou du Jugement : une femme voilée tient dans ses mains un disque qu'elle montre (1).

Sur la façade orientale de la cathédrale de Chartres, l'Astronomie a devant elle une sorte de boisseau, attribut très curieux, qui est censé figurer, sans doute, un seau plein d'eau. L'astronomie observe les astres par réflexion dans le liquide, comme le font les marins par le procédé dit de l'horizon artificiel, ou tout simplement les curieux qui veulent observer les éclipses de soleil sans avoir besoin de lever la tête.

A la cathédrale de Sens, l'Astronomie est représentée avec une rose des vents.

On trouve encore l'Astronomie parmi les sculptures qui décorent le portail occidental de la cathédrale de Laon.

Muse antique, ou création du Saint-Esprit, l'As-

(1) Cette partie du portail a été restaurée sous la direction de Viollet-le-Duc.

Digitized by Google

tronomie pouvait donc inspirer les artistes profanes ou religieux, et peu de motifs ont été aussi souvent représentés.

Nous n'avons pas la prétention de faire de cette représentation une énumération tant soit peu complète, mais simplement de signaler quelques-unes des œuvres les plus remarquables, ou les plus faciles à voir.

Les plus grands peintres y ont trouvé des sujets de tableaux. Raphaël a peint sur une voûte d'une des Loges du Vatican une Astronomie. Sur fond de mosaïque, une femme est penchée, comme pour l'étudier avec soin, sur un grand globe céleste sur lequel sont dessinées des constellations un peu fantaisistes. De la main droite elle s'appuie sur le globe, et sa main gauche est levée dans un geste d'émerveillement. Le dessin de la robe est un peu flou et lâché, les rubans qui volent autour sont un peu maniérés, mais le raccourci du visage et du buste est charmant. Ses traits doux et un peu graves sont apparentés à ceux de la Sainte Anne de Léonard de Vinci, qui est un des joyaux du Louvre, ou à la Vierge dans la prairie, du musée de Vienne. De chaque côté du tableau, deux chérubins, trop médiocrement dessinés pour être de la main du maître, le pied posé sur un nuage, portent un livre. C'est une idée heureuse d'avoir représenté un globe céleste de grand modèle, comme pour donner une idée de l'immensité du ciel.

Fig. 2. — L'Astronomie, par Raphaël Sanzio (Chambres du Vatican.)

Le Louvre, parmi les tableaux de Le Sueur qu'il conserve, possède une Uranie fort agréable à regarder. Sous des arbres, une jeune fille au visage charmant et ingénu, la tête entourée d'étoiles, la main droite levée, le coude gauche appuyé sur un globe céleste orné de constellations précises et exactes. Ce globe n'est pas fait « de chic », comme celui de Raphaël. On y distingue, à leur place respective, la queue du Dragon, un superbe Bouvier, la queue de la Grande Ourse, la Chevelure de Bérénice, le Lion, la Vierge, le Corbeau, l'Hydre et le Cratère. L'équateur, les tropiques et l'écliptique y sont tracés à leur place. De sa main gauche, la jeune fille tient un compas ouvert. L'ensemble est un peu doucereux, d'une clarté pâle, d'une gentillesse menue, comme presque tous les tableaux du peintre.

De Boucher, une Uranie orne un panneau du Cabinet du Roi, à la Bibliothèque Nationale. Le regard inspiré, la tête environnée d'étoiles, vêtue de soie aux cassures brillantes, Uranie tient dans sa main gauche une lunette. A ses pieds, une autre lunette, un livre, une sphère armillaire. On sait qu'on désigne ainsi un instrument d'astronomie qui matérialise les cercles servant à marquer la route du soleil et des planètes dans le ciel. L'invention de cette sphère armillaire est si ancienne qu'on l'attribuait à Atlas ou à Hercule. Elle peut donc, à juste titre, figurer parmi les attributs d'Uranie. Les lunettes seraient un anachronisme, si cette charmante personne avait la prétention de figurer une muse antique. Deux chérubins entourent Uranie : l'un porte difficilement sur son épaule un gros télescope, l'autre joue avec un compas. Dans le fond du tableau se dessine l'orbe d'un globe céleste. C'est là une œuvre élégante, bien style rocaille. Cette Uranie, quoique vêtue de soieries, est bien la sœur des Vénus grasses et nues que Boucher a peintes si nombreuses. Elle ne dépare pas la collec-

Digitized by Google

tion de ses tableaux, sans doute de deuxième ordre, mais qui répondent bien au but de décoration que l'artiste s'était proposé.

Uranie n'a pas manqué de tenter les peintres modernes. A l'Opéra elle ne figure pas moins de trois fois. Au plafond de la salle, qui représente les Muses et les Heures du jour et de la nuit, Uranie est à droite du char du Soleil, vêtue du bleu céleste ; elle tient un compas et mesure une sphère. Au foyer, Paul Baudry l'a représentée vêtue de bleu clair, contemplant le ciel, tenant à la main une baguette, avec, à ses côtés, une sphère armillaire. C'est un tableau magnifique de ce peintre qui a renouvelé l'art et les procédés des grands artistes de la Renaissance italienne.

Toujours au foyer, au-dessus de la corniche, dans une voussure, Paul Baudry, dans son tableau du Parnasse, a représenté encore Uranie, assise à terre.

Il faut citer enfin les Uranies de Puvis de Chavannes. L'une figure parmi les Muses qui ornent l'amphithéâtre Richelieu à la Sorbonne. Une autre décore un panneau de la bibliothèque de Boston.

Fig. 3. — Uranie, par Le Sueur (Musée du Louvre).

***

La statuaire moderne, plus encore peut-être que la peinture, a représenté Uranie ou l'astronomie. Mais je ne connais pas d'œuvres de premier plan à citer.

Un bas-relief de Th. Poissant, représentant l'Astronomie, décore l'Hôtel de Colbert à Paris.

Au Palais des Archives, on voit dans le salon ovale du rez-de-chaussée une Astronomie en stuc, qui est de J. B. Le Moyne.

Une Astronomie en bronze par Brion décore une des fontaines de la place de la Concorde : elle tient une sphère dans la main gauche, et, le bras droit replié à la hauteur de l'épaule, elle observe au loin.

Citons encore, dans l'église de la Sorbonne, une statue de l'Astronomie par Cugnot, élevant un flambeau de la main droite et un globe dans la main gauche. A l'intérieur de la même église, un bas-relief de Roman (1827) représente la Vérité et la Science. La Vérité, à gauche, de profil, tient une sorte de masse couronnée d'un globe céleste étoilé. La Science porte elle aussi une masse semblable. A leurs pieds une sphère, un compas et un manuscrit étoilé.

Au transept encore de la même église, autour du Christ au tombeau, parmi d'autres figures symboliques, l'Astronomie, agenouillée, présente un globe.

A Saint-Louis des Invalides, le monument de Vauban est orné d'une Science, par Etex, ayant à ses pieds un graphomètre.

Dans la crypte du tombeau de Napoléon, à la huitième travée, la Faculté des Sciences tient une sphère astronomique de la main droite.

Faut-il citer aussi la médiocre statue qui orne le fronton de l'Institut, et qui tient un rouleau déployé sur une mappemonde?

A l'Hôtel de Ville, il existe deux ou trois Astronomies toutes assez médiocres, comme la plupart des statues ou bas-reliefs qui ornent ce monument. Les attributs, sphères, compas, lunettes, sont d'un dessin et d'un arrangement extrêmement banaux.

***

Il faut évidemment rattacher à ces représentations

Digitized by Google

décoratives de l'astronomie les portraits des astronomes.

Le plus célèbre et le plus intéressant est le portrait de l'astronome Nicolas Kratzer, par Hans Holbein, qui figure au Louvre. Par lui-même, le portrait du personnage, sobre et un peu sévère, tout émouvant de vie intérieure, a toutes les qualités qui font d'Holbein le Jeune un des grands maîtres de la Renaissance allemande, presque l'égal d'Albert Durer. Les accessoires, traités avec minutie et précision, doivent nous intéresser particulièrement. Au mur sont accrochés un compas, un compas de réduction, une règle ; sur une étagère un rapporteur avec son fil à plomb, gradué lisiblement et exactement de 5 en 5 degrés. A côté un cadran solaire portatif, qu'on appelle une montre de berger, petit cylindre de bois sur lequel l'ombre d'un style horizontal indique l'heure. Sur la table : des marteaux, ciseau, règles et compas et des cadrans solaires en construction. Les mains qui tiennent un bloc de pierre, sur lequel sont dessinés des cadrans solaires et un compas, sont d'un dessin admirable.

Nous avons de Roybet un dessin représentant l'Astronome, qui est dans le style bien connu de cet artiste, qui a su retrouver quelques traits de l'art des grands artistes hollandais du XVII^e siècle, Franz Hals et Rembrandt. Devant un groupe de bourgeois dont les attitudes et les costumes font songer au Syndic des Drapiers ou à la Leçon d'Anatomie (1), un astronome, à la chevelure et à la barbe hirsutes, fait une démonstration sur la sphère. Le seul attribut astronomique est cette sphère, qui, quoique placée au premier plan, ne comporte aucun signe, ni dessin de constellation.

Fig. 4. — Uranie, par Boucher (Cabinet du Roi, Bibliothèque Nationale).

La statuaire moderne comporte quelques statues d'astronomes célèbres. Dans l'église Saint-Roch, le

(1) Mentionnons que les personnages sont tous des portraits de peintres amis de Roybet. On reconnaît notamment L. Flameng, F. Humbert, Cormon et J.-P. Laurens.

Digitized by Google

monument de Maupertuis par d'Huez (1766) est orné d'un enfant ailé demi-nu, qui pose sa main droite sur un globe à côté duquel sont placés un compas et deux livres. Sur le dos d'un de ces livres on lit : *Fig. de la Terre ;* sur l'autre : *Cosmologie.*

La statue d'Arago, sur le boulevard Arago, a comme attribut un théodolite, assez exactement sculpté, mais dont l'effet artistique est discutable. La ville de Digne possède une statue de Cassini, par Antonin Mercié. Mais la plus belle de toutes ces statues d'astronomes est, à mon avis, dans la cour de l'Observatoire de Paris, celle de Le Verrier, avec un superbe globe céleste à ses pieds.

***

L'Astronomie a été représentée aussi sur des vases (le musée de Cluny possède un vase en émail de cette sorte) et aussi sur des tapisseries.

L'évêché du Mans possède une tapisserie du XVII^e^ siècle figurant des Jésuites enseignant les mathématiques aux Chinois. Dans un décor chinois de convention, un Jésuite, vêtu en mandarin, trace des lignes sur un globe avec un compas. Devant le globe, se tiennent quatre autres personnages, qui écoutent ou commentent la leçon. Un cinquième, debout derrière le maître, examine les astres avec une lunette d'approche. Dans un autre groupe, un vieillard et un jeune homme, devant une table couvertes d'instruments, tracent des lignes au moyen d'un compas sur une planchette.

A Compiègne, une tapisserie dessinée par Lebrun représente Uranie en robe bleue, tenant un compas de la main gauche, et une sphère à son côté. Des instruments d'astronomie gisent à ses pieds.

Fig. 5. — Portrait de l'astronome Nicolas Kratzer, par Hans Holbein.

Digitized by Google

La Question de la Forêt

PAR

H. DE VARIGNY

Nul de ceux qui s'intéressent au problème du bois d'œuvre dans le monde n'a oublié le cri d'alarme que poussa M. A. Mélard, inspecteur des Eaux et Forêts, lors du Congrès qui se tint à Paris, en 1900, il y a donc vingt-huit ans. Son rapport sur l'*Insuffisance de la production des bois d'œuvre dans le monde* était catégorique. L'auteur voyait où l'on allait et le proclamait. Statistiques en main, il montrait que la situation forestière dans le monde se résume en trois lignes.

« La consommation du bois, disait-il, est supérieure à la production normale des forêts accessibles ; il y a dans cette production un déficit qui est momentanément compensé par des destructions de forêts. » Autrement dit, le monde consomme sa forêt en capital, et M. Mélard terminait son travail en disant que « la disette des bois d'œuvre se fera peut-être sentir avant cinquante ans ». La surprise fut grande ; l'auteur fut taxé de pessimisme : et pourtant ses chiffres étaient éloquents, et il va de soi que ceux dont la charge était d'aviser, de prévoir et d'agir aimèrent mieux s'amuser aux jeux de la politique : aux jeux les plus puérils de la politique la plus basse, au moins en France.

Ce que disait M. Mélard était parfaitement exact. Si la production du bois d'œuvre dans le monde se maintenait adéquate aux besoins pourtant accrus, cela tenait à ce qu'au lieu d'exploiter la forêt comme capital fournissant un revenu, on détruisait le capital au fur et à mesure. Et il ne se reconstituait pas, bien entendu, de sorte que bientôt il n'y aurait plus ni revenu, ni capital : façon de gérer qui n'est pas celle du bon père de famille.

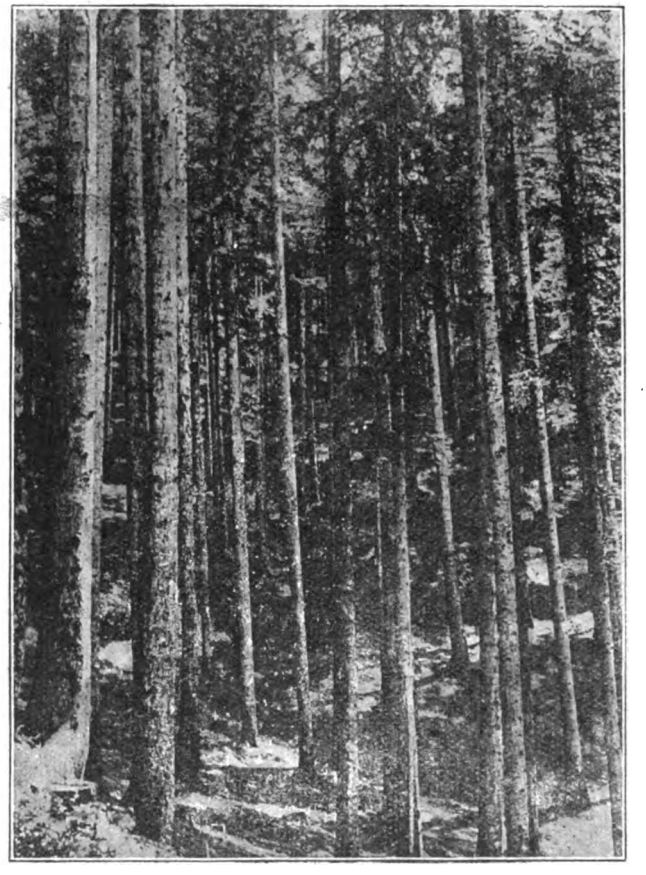


Fig. 1. — Perchis de sapins très serré (forêt domaniale des Etieux, Meurthe-et-Moselle).

A peu près partout la situation étant la même, la consommation l'emportait sur la production annuelle d'autant plus facilement que « le stupide XIXe siècle » a gaspillé à plaisir, et que l'emploi du bois a été sans cesse croissant. Le cube de bois importé en Angleterre était de près de 4 millions en 1860 ; en 1900 il dépassait 13 millions. Il est vrai, la forêt anglaise est peu de chose. Mais l'Allemagne paraissait avoir une forêt abondante. Sans doute : mais l'augmentation de la population, du commerce, de l'industrie, et l'accroissement de la consommation du bois étaient tels qu'il fallait importer, et en dix ans, de 1888 à 1898, les importations passaient de 32 à 47 millions de quintaux En France, bien entendu, les importations s'accrurent sans cesse, surtout en bois d'œuvre. Partout il en allait de même. La Norvège, pourtant riche en bois, ne soutenait le train de ses exportations qu'en détruisant sa forêt peu à peu ;

Digitized by Google

la Suède, grâce à sa législation, était en meilleure posture. Par contre, la Russie voyait s'appauvrir la sienne ; les Etats-Unis aussi, qui exportaient à peu près toute la production normale, toujours en appauvrissant les réserves. Et disait M. Mélard, il n'y à pas à faire grand fond sur les les forêts de l'Asie, de l'Afrique, qui ne sont pas entretenues et qui vont à la ruine faute d'une législation prévoyante. Bref, en 1900 il apparaissait nettement que la forêt s'en allait de plus en plus, et qu'elle allait disparaître rapidement si partout on ne s'occupait de la maintenir, d'en empêcher la destruction, et d'en accroître la superficie par une législation intelligente. Avec raison M. Mélard disait qu'en tous les pays de l'Europe occidentale et méridionale — pour ne rien dire des **autres** — des milliers et même des millions d'hectares de terre incultes se rencontraient, qui ne sont pas propres à l'agriculture, mais où l'on ferait aisément pousser du bois, avec le double avantage de défendre le sol contre l'influence destructrice des eaux courantes et de créer des massifs producteurs de marchandise de grande valeur.

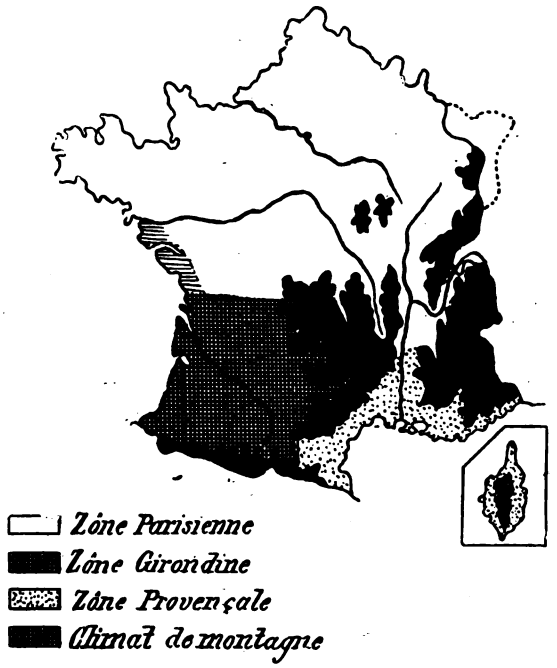


Fig. 2. — Carte des climats forestiers.

Telle était la situation en 1900 : la disette de bois d'œuvre était en vue, et pourtant la consommation de celui-là s'accroissait sans cesse.

***

Et maintenant? La situation est exactement la même. L'expérience n'a rien enseigné. L'an dernier, au Congrès du reboisement, provoqué par la Compagnie de chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée, M. Ch. Flahault a pu répéter, tout cru, ce que disait M. Mélard, vingt-huit ans auparavant. « Le monde entier va bientôt manquer de bois ; on n'en peut plus douter... La situation est inquiétante, très menaçante, un déficit s'est établi et s'accroît promptement entre la production et la consommation de la matière ligneuse. » On consomme plus de bois

Fig. 3. — Vieille futaie de chêne pur en coupe d'ensemencement (Forêt domaniale de Blois).

Digitized by Google

que jamais, et on ne s'applique pas à en maintenir la production. A la place on détruit le capital. Depuis 1825, la surface boisée en France a diminué de 750 000 hectares — sans que d'ailleurs l'agriculture y ait beaucoup gagné. « La France traîne un lamentable boulet de terres incultes » principalement dans le midi méditerranéen, a dit M. Flahault avec beaucoup de raison. Mais bien d'autres pays sont tout aussi coupables. Et le mal n'est pas connu d'hier seulement. Il est ancien, mais va croissant. La Gaule a été admirablement boisée, mais dès la Renaissance, sa forêt avait terriblement diminué, et Bernard Palissy a écrit que « la destruction des forêts n'est pas seulement une faute, mais une malédiction à toute la France ». Colbert, un siècle après, disait : « La France périra faute de bois ». Et Michelet, parlant du sud de la France disait : « Tout ce Midi, si beau, reste pourtant un pays de ruines, c'est une autre Judée ». Et pourtant la presse l'a assez répété au public ; la forêt est indispensable : en montagne, elle protège contre le ravinement par les pluies ; elle absorbe celles-ci et défend contre l'inondation les plaines ; et de tous côtés est proclamée l'insuffisance de production de bois. « Il n'y a donc, dit M. Flahault, en cette affaire, rien de nouveau, sinon que les calamités prévues et annoncées depuis quatre cents ans s'accumulent aujourd'hui, qu'elles nous accablent et menacent non seulement la France, mais toutes les terres habitées. » Propos de plus en plus exact.

Fig. 4. — Coupe d'ensemencement dans une futaie de chênes (forêt de Bercé, Sarthe).

« Le monde entier consomme maintenant en bois 40 p. 100 de plus qu'il ne produit : la consommation de bois double en cinquante ans, pendant que la production en diminue toujours. » Phénomène qui s'explique parfaitement par la destruction graduelle de la forêt, sans reconstitution. La citation qui précède est empruntée par M. Flahault à un rapport de forestiers américains publié à la fin de 1922. Ceux-ci, frappés de l'énorme gaspillage de bois auquel leurs compatriotes ont tant collaboré sur la terre de France au cours de la guerre — celui-ci ne leur coûtait rien — ont, à leur tour, fait une enquête qui les a amenés à découvrir exactement ce qu'annonçait M. Mélard, en 1900. Et ils ont conclu qu'il était urgent de reboiser. Cette conclusion, d'ailleurs, s'appliquerait aussi bien aux États-Unis qu'à tout autre pays : les Américains ont énormément appauvri leur domaine forestier depuis longtemps. L'imprévoyance a été générale. Partout on a entamé le capital, grandement. Et pourtant il est évident que de ce capital, une société organisée ne doit jouir qu'en usufruitière. Elle n'a pas le droit de le dilapider. C'est toutefois ce que font toutes les sociétés dites civilisées, à l'égal de la dernière des tribus nègres : exception faite pour les États-Unis qui, après avoir exterminé le buffle, l'ont regretté et semblent disposés à regretter à temps, cette fois, de dilapider leur avoir forestier et prendre les mesures nécessaires à la conservation et à l'entretien, voire à l'augmentation de leur capital forêt. Actuellement il semble n'y avoir que deux pays à avoir quelque excédent de la production sur leur consommation intérieure : la Finlande et la Russie. Tous les autres s'appauvrissent.

Il n'y a pas longtemps, au *Colonial Institute* britannique, lord Clinton, parlant de la question forestière en général, estimait qu'actuellement la quantité de bois utilisée et détruite atteint huit fois la production annuelle. A ce taux le capital bois fondra vite. En divers parages il fondra plus vite qu'en d'autres d'ailleurs. Considérez l'Inde britannique,

Digitized by Google

par exemple. En cinquante ans sa population a passé de 200 à 320 millions, grâce à la science, à l'hygiène, à la charité qui sauvent de la mort tant d'enfants qui auraient dû mourir de maladies du premier âge et de la peste. La forêt souffre de cet accroissement de population nécessairement. Celle-ci ne peut vivre d'herbe : elle détruit la forêt pour étendre la superficie consacrée aux cultures naturellement. Notez le rôle que joue la vache dans l'affaire aussi. C'est un animal sacré : on ne peut la tuer ni la manger, et il faut lui laisser des pâturages pour vivre : ce dont souffrent la forêt et l'agriculture à la fois.

La forêt souffre généralement encore d'un mal

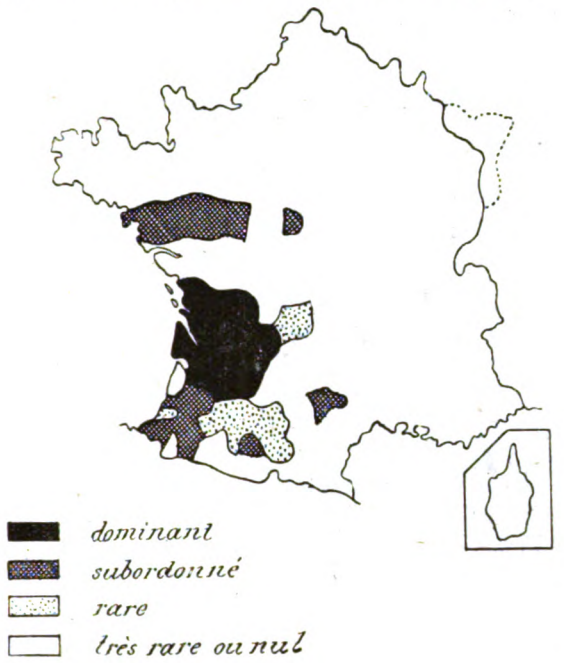


Fig. 5. — Distribution du chêne tauzin en France.

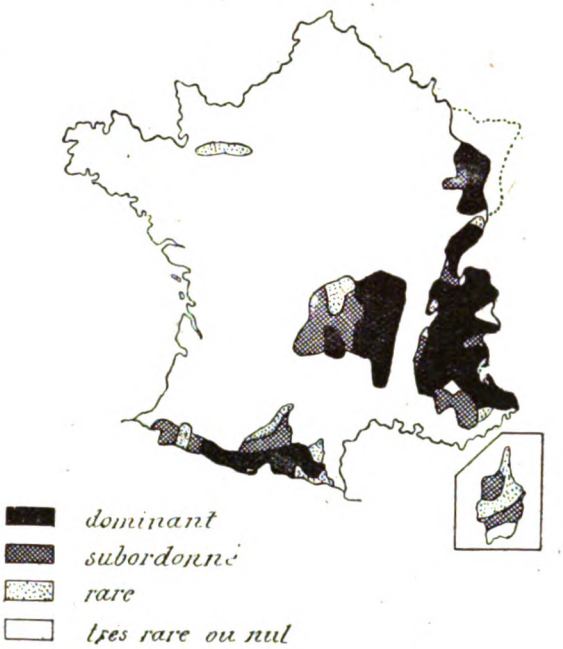


Fig. 6. — Distribution du sapin en France.

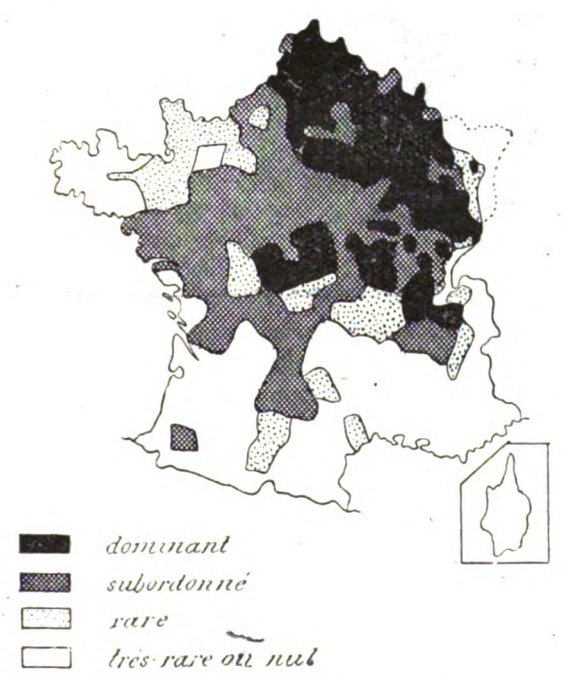


Fig. 7. — Distribution du charme en France.

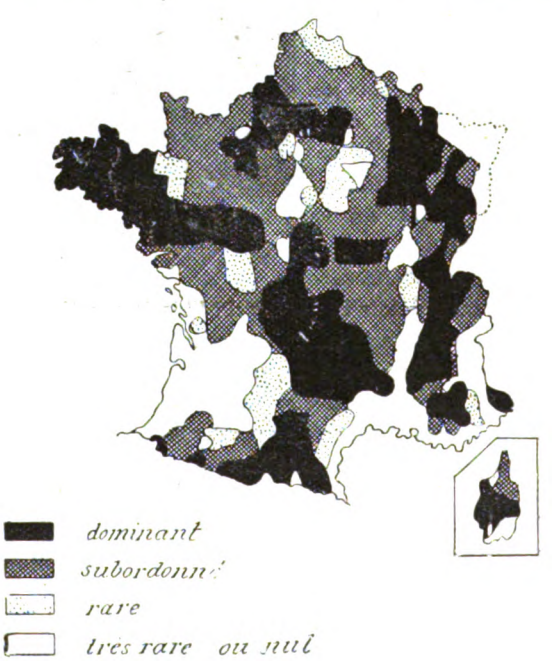


Fig. 8. — Distribution du hêtre en France.

Digitized by Google

très répandu. Il faut de la prévoyance pour la gérer. Pour qu'elle constitue un capital il faut qu'elle ne soit exploitée que selon certaines règles assurant la reconstitution au fur et à mesure. Et l'opération est à longue échéance, le propriétaire de forêt travaille plus encore pour ses fils et petits-fils que pour lui-même, ce qui suppose de l'abnégation. Au lieu qu'il est si facile de vendre celle-ci à des marchands qui la rasent et laissent au propriétaire une somme dont il peut jouir lui-même immédiatement, qu'il peut gaspiller à plaisir ! L'imprévoyance du particulier se retrouve chez les gérants — éphémères — du budget, depuis celui de la commune jusqu'à celui de l'État. Ils sont trop du présent pour songer à l'avenir, et trop d'intérêts privés les assaillent — peut-être même y participent-ils, — pour qu'ils légifèrent avec raison, prudence et sagesse, pour qu'ils fassent passer l'intérêt national avant de misérables petits intérêts de commune ou de canton qu'ils veulent se concilier. Donnant, donnant : tel est le mot d'ordre.

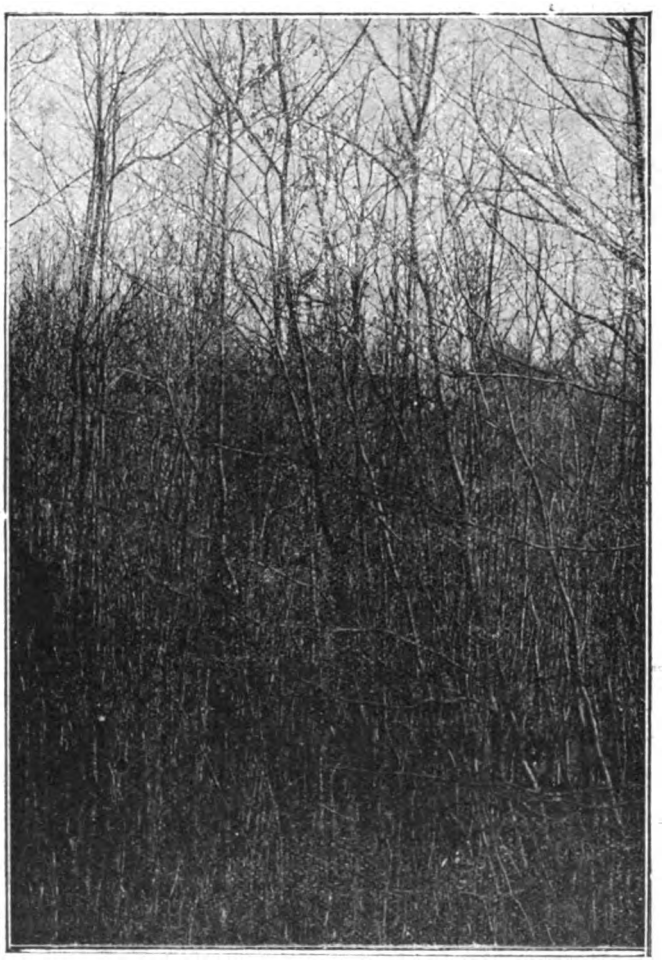


Fig. 9. — Peuplement de chêne pur à l'état de fourré.
(Forêt domaniale de Blois.)

Et pourtant les raisons à faire valoir en faveur de la conservation, de l'exploitation méthodique et de l'extension de la forêt, en tous pays, sont nombreuses. En tous pays, en effet, il y a des terrains pauvres qui ne sont guère bons à autre chose qu'à produire du bois : beaucoup de terrains de montagne, haute, moyenne ou basse, où certaines essences viendraient très bien et où elles rendraient un service important. Car la couverture végétale du sol retient celui-ci sur les pentes et s'oppose au ravinement et à l'érosion par les eaux pluviales qui ont l'inconvénient majeur d'abaisser la hauteur du massif montagneux, de n'y point constituer de réservoir alimentant les sources, et enfin de provoquer des inondations souvent désastreuses. La torrentialité résultant du déshabillage du terrain de montagne a encore l'inconvénient d'encombrer le lit des rivières de graviers et de limons hostiles à la navigation. A Grenoble, l'Isère et le Drac charrient respectivement, par an, 20 et 25 millions de tonnes de ces débris de montagne. Le reboisement en montagne présente un autre intérêt : c'est l'entretien des sources alimentant les chutes d'eau utilisées par les turbines pour la production d'énergie, en arrêtant et fixant les eaux sauvages.

La forêt fait la guerre à sa façon, et lors de la Grande Guerre, elle a rendu en France des services signalés, au prix de son sang, d'ailleurs, si l'on peut dire. Et elle pissimule au besoin les armées aux avions d'observation ennemis.

Les services qu'elle rend à l'industrie ne se comptent pas : elle donne la pâte à papier ; par distillation elle fournit des produits variés, tous utiles. Tout cela chacun le sait. Mais seule une politique voyant de loin et de haut — et considérant les intérêts généraux — tout l'opposé de celle qui existe, et peut seule exister — pourrait en tirer la conséquence, la ligne de conduite à adopter. Ce n'est pas seulement en montagne qu'il importe de multiplier les forêts : beaucoup de terrains de plaine ou de coteau, qui sont inutilisés pour la culture pour des raisons diverses, porteraient parfaitement du bois. M. Ch. Flahault a donné à cet égard des indications précieuses sur « ces centaines de milliers d'hectares de terres incultes, la honte de nos départements méditerranéens : terres pauvres pour la plupart, c'est entendu, terres ne pouvant donner de revenu qu'en bois, mais aussi terres abandonnées après de longues années de culture, parce que morcelées, en peute, éloignées du centre d'exploitation,

Digitized by Google

difficiles à surveiller, etc. Toutes du moins peuvent produire du bois, beaucoup de bois, des revenus très sortables à la condition qu'on prenne la peine de les préparer et de les attendre; toutes, une fois boisées, peuvent mettre la propriété et le pays à l'abri des vents et contribuer pour leur part à les protéger contre les écarts excessifs du climat. »

***

Mais pour cela, au lieu de politiquailler, il faudrait s'instruire et agir : il faudrait se hausser au niveau de l'intérêt général, et ce n'est pas de lui qu'il s'agit dans les parlottes de café.

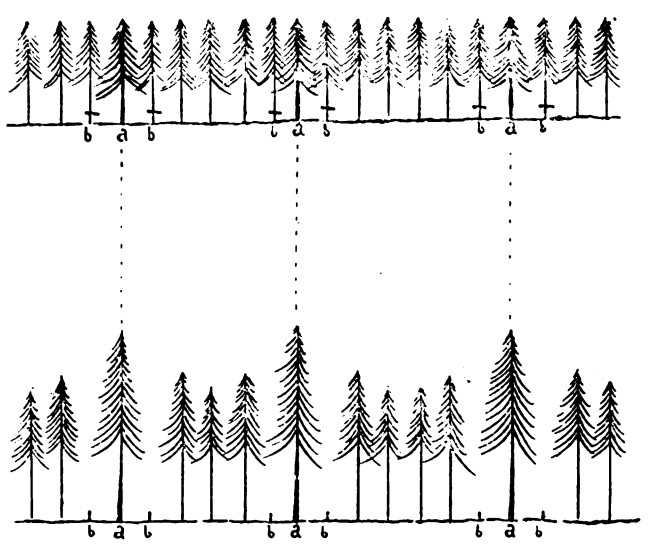


Fig. 10. — Eclaircie d'un peuplement d'épicéa.
A, jeune peuplement à éclaircir (*a*, *a*, *a*, sujets d'élite à conserver ; *b*, *b*, *b*, sujets à sacrifier). *B*, peuplement en dents de scie obtenu grâce à l'éclaircie.

Il est certain qu'il ne faut pas poser de règle générale et mondiale. La question est toute d'espèce, et locale, ou au plus régionale. Le choix des essences à planter dépend du climat, bien entendu, du but que l'on se propose, des besoins et des industries de la région. Que veut-on? Rendre productifs des terrains qu'on ne peut utiliser qu'en y mettant des arbres. Encore faut-il choisir les espèces qui réussiront le mieux dans le milieu considéré (fig. 5 à 8).

Dans le midi méditerranéen que tourmente le vent, M. Flahault voudrait voir se répandre l'habitude de planter des arbres formant des rideaux-abris contre les mouvements atmosphériques, des haies d'épaisseur variable, protégeant les cultures qu'elles entourent. Toute route encore devrait être bordée d'arbres, propriété de la commune ou de telle autre autorité administrative faisant les frais de la plantation, de l'entretien. Tout cours d'eau devrait être bordé de bandes de terre boisées ayant de 20 à 50 mètres de largeur. Ces haies rendraient des services en maintenant le sol, en l'empêchant d'être entraîné lors des crues et inondations. C'était un usage rigoureux chez les Malgaches avant la conquête ; dans le Midi français, les arbres protégeraient mieux le sol que ne font les vignes, vite enlevées par les inondations.

Partout où il reste quelque bois, il faudrait travailler à l'accroître, et tant de terrains existent où il n'y a rien et où on pourrait établir des arbres. De la sorte, à la fin, on ferait une bonne affaire et on améliorerait le paysage. Il y aurait profit et agrément. Le paysage du Midi est souvent misérable à côté de celui des parages de l'Est et du Nord. Il n'y a, dit M. Flahault, « il n'y a encore en France aucun territoire qui soit devenu réellement désertique », mais beaucoup en prennent le chemin, par l'impéritie et la paresse de la population.

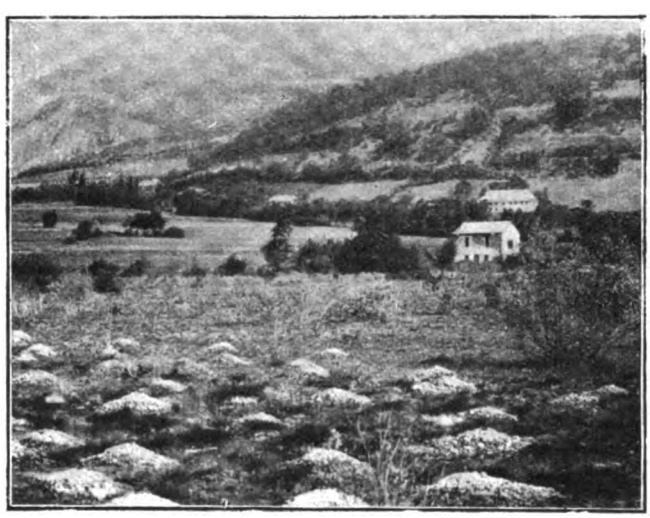


Fig. 11. — Plantation par buttes dans un terrain marécageux.

Et par là, le problème du bois prend un caractère qui en fait autre chose qu'une simple affaire d'intérêt, particulier ou même général. Une population qui ne sait pas tirer parti de son sol est-elle digne de le conserver? Il suffit de poser la question pour la résoudre. La terre ne peut appartenir qu'à ceux qui la font valoir par le travail et l'intelligence, qui se créent par leur activité un titre de propriété, lequel n'existe

Digitized by Google

qu'à cette condition. Que répondra une population négligente et paresseuse, qui laisse tout aller à vau-l'eau, à la population entreprenante et laborieuse — d'où qu'elle vienne, du pays même ou d'un autre — laquelle lui dira qu'elle laisse perdre le sol et n'en tire pas le profit pour tous, qu'il pourrait donner? Il faut bien se mettre en tête que les arguments à opposer aux prétentions de ceux qui réclament la maîtrise et sont prêts à la justifier sont nuls. Depuis longtemps déjà ils vont perdant de leur force, et celle-ci les abandonne chaque fois davantage à mesure que la nécessité s'impose plus pressante, de vivre de façon active. Le grand argument des conquérants, qui envahissent une contrée insuffisamment mise en valeur, est que la population de celle-ci ne fait pas son devoir social. Ils disent à leur façon que la propriété c'est le vol, et en un certain cas, ils ont raison.

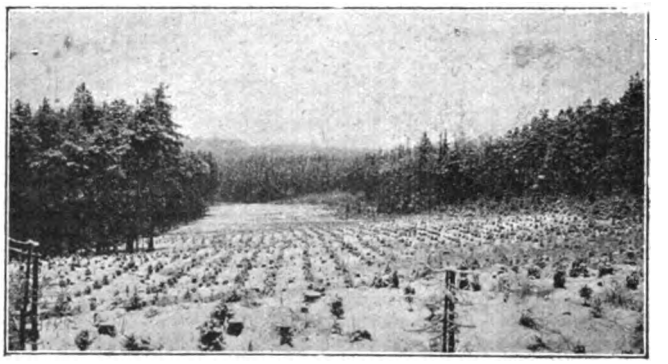


Fig. 12. — Coupe replantée en épicéa dans une forêt de montagne.

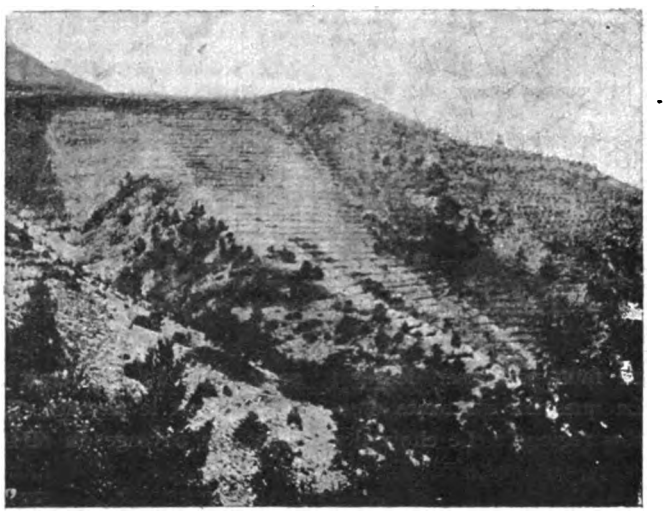


Fig. 13. — Ravins et pente à dos reboisés (périmètre de Luz-la-Croix-Haute, 1885).

Il n'est pas indispensable, en l'affaire présente, que le conquérant vienne du dehors. Les Français, et la plupart des peuples civilisés aussi bien, ont fait sur eux-mêmes des conquêtes notables. Il est peu de pays où l'art forestier soit poussé plus haut que chez nous, et les hommes qualifiés pour émettre des opinions et donner des conseils éclairés sur ce qu'il y a à faire et à ne pas faire, y sont nombreux, mais on les écoute si peu. Songez qu'ils travaillent pour l'avenir. Ce n'est pas celui qui crée la forêt qui en tirera bénéfice, ce seront ses descendants, et les vues à longue portée sont rarement en faveur. Le bénéfice immédiat, voilà ce qui est recherché, et c'est là ce qui, principalement, détermine la crise mondiale du bois. On dit parfois que l'homme est le seul anid mal prévoyant. En bien des matières il l'est fort peu, hélas!

Digitized by Google

Le 22e Salon de l'Automobile

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur des A. et M.

De l'avis général, le principal souci des constructeurs en 1927 avait été d'approcher, autant que possible, du maximum de confort qu'une voiture peut normalement offrir. Poursuivant cette voie, ils sont arrivés cette année à se hisser à un niveau supérieur, au super-confort si l'on peut dire. Et il faut prendre ce mot dans le sens le plus large, car nous entendons par automobile confortable une voiture où non seulement on est assis confortablement, mais encore qui ne nous créera d'ennuis d'aucune sorte. Une voiture toujours prête à partir, facile et peu fatigante à conduire et à entretenir, ignorant le bruit et les trépidations, agréable à l'œil en même temps que souple et obéissant aussi bien à une main de femme qu'à celle d'un professionnel du volant.

Ce souci de confort, qui était précédemment l'apanage des seules grosses voitures, s'est étendu, cette année, toutes proportions gardées évidemment, aux modestes 8 et 10 CV. Cette conquête de la petite voiture répond d'ailleurs à un désir impérieux de la clientèle et non seulement de la clientèle française mais mondiale. Il y a encore quelques années on aurait presque volontiers carrossé une voiture dite utilitaire avec une caisse et deux coussins. Nous en sommes loin aujourd'hui, et un vendeur qui proposerait à un représentant, un petit commerçant, un docteur de campagne... pour lesquels l'automobile n'est cependant pas un luxe, une ancienne Ford ou même une torpédo Citroën type A, ne serait pas près d'ouvrir son carnet de commissions. Tout le monde sait d'ailleurs ce qu'a coûté à Ford son obstination à ne pas vouloir se rendre compte de cette tendance de la clientèle.

Cette course à un but commun a considérablement rapproché ce que l'on avait coutume d'appeler les écoles américaine et française. L'école américaine nous a emprunté un peu de la vitesse et de la nervosité qui lui manquaient, et en échange nous a cédé un peu de son silence et de sa souplesse. Si bien qu'il n'y a plus cette année une bien grande différence entre une six-cylindres « made in U. S. A. » et une six-cylindres construite en France. Évidemment la voiture américaine est peut être encore légèrement plus souple, évidemment aussi une voiture française grimpera une côte, surtout si elle est assez longue, avec plus d'aisance. Mais il n'y a plus entre les deux écoles les mêmes différences de principe. La présentation elle-même est sensiblement pareille, et une carrosserie tout acier d'une C. 6 Citroën diffère bien peu de celle d'une voiture de même puissance de l'une des firmes de la General Motor, par exemple. Les petites voitures sont celles pour lesquelles le rapprochement a été le plus grand, et les progrès de nos grands constructeurs nous ont permis de renverser, sur notre marché, la situation en notre faveur, une Citroën C. 4 étant moins chère et plus appropriée au goût français qu'une nouvelle Ford. La baisse des prix de vente est d'ailleurs générale et jamais peut-être la lutte entre les services commerciaux n'a été aussi féroce. Cette baisse accompagnée de perfectionnements techniques nombreux doit réjouir tout ceux que l'automobile intéresse, car elle montre que nos constructeurs ont compris qu'ils ne pourraient vivre qu'en augmentant constamment leur production, et il faut les féliciter d'avoir su faire les sacrifices nécessaires. Un châssis, taxe de luxe et commission à l'agent déduites, ne doit certes pas laisser un gros bénéfice, mais un article ne peut se vendre que s'il entre dans la capacité d'achat de la clientèle, et l'automobile n'aura sa prospérité vraiment assurée que lorsque son prix la mettra à la portée de la masse. Nous en sommes encore bien loin, tout au moins en France ; raison de plus pour ne pas laisser passer sans les signaler toutes les tentatives faites dans cette voie.

Nous disions que la lutte était cette année plus acharnée que jamais ; elle se double d'une concurrence à chaque saison plus vive avec l'industrie américaine qui envahit toujours un peu plus le Grand Palais. On pourra d'ailleurs se rendre compte de l'importance de sa participation dans le rapide exposé que nous ferons à la fin de cet article.

Avant d'aborder l'étude proprement dite des châssis nous voudrions dire quelques mots sur le succès chaque année plus marqué, du plus important, de nos Salons industriels à tel point que, malgré qu'il ait été scindé en trois parties, il paraît vraisemblable qu'un jour peut-être peu éloigné verra son émigration vers un emplacement plus vaste que celui déjà passablement grand qui l'abrite actuellement. Le public, particulièrement le samedi et le dimanche, s'écrasait littéralement aux environs de certains stands, et un spécialiste de la circulation n'aurait certes pas été de trop aux abords des stands

Digitized by Google

Renault et Citroën, qui étaient de beaucoup les plus encombrés. Il est bien certain que le travail des vendeurs devient impossible dans une pareille cohue et que l'acheteur qu'une raison quelconque empêche de se rendre au Grand Palais en semaine, ne doit guère pouvoir se faire une opinion sérieuse. Ces petits inconvénients sont, il est vrai, la rançon inévitable du succès.

Ces quelques considérations générales terminées, nous allons examiner en détail l'orientation technique des différents châssis exposés. Celle-ci ne fait d'ailleurs que confirmer celle du Salon précédent et hormis quelques châssis avec suspension à roues indépendantes et roues avant motrices on a simplement amélioré, mis au point et généralisé les diverses nouveautés que nous avait apportées le Salon dernier et que nous allons reprendre.

***

Moteur. — Jusqu'à l'année dernière nous étions habitué à considérer le quatre-cylindres comme le moteur des moins de 15 CV. et le six-cylindres comme celui des voitures plus puissantes. L'année 1927 avait vu naître les 6 et 10 CV. à six cylindres ; reconnaissant la nécessité d'augmenter le nombre de cylindres des petites voitures, il était logique qu'on en fît autant pour les grosses. On est arrivé ainsi au huit-cylindres en ligne, qui équipe cette année la plupart des châssis de forte puissance. Nous ne reprendrons pas la discussion maintenant épuisée sur les mérites des quatre, six et huit cylindres. Nous constaterons simplement que le quatre-cylindres perd chaque année quelques-uns de ses plus farouches défenseurs.

Epuration. — Nous avions signalé l'année dernière que de nombreux constructeurs s'étaient décidés à adopter les trois épurateurs d'huile, d'essence et d'air que toute voiture moderne se devait de posséder. Cette année la cause est définitivement entendue, et ces accessoires font maintenant partie de ceux que l'on est habitué de voir sur tous les châssis.

Allumage. — Il est difficile d'affirmer d'une façon catégorique que tel ou tel dispositif sera la solution de l'avenir. La magnéto comme l'allumage par batterie et dynamo conservent des partisans convaincus, et nous ne pensons pas que les uns comme les autres puissent estimer avoir cette année gagné un terrain appréciable.

Cependant avec la vogue du multicylindre, il paraîtrait logique que la batterie l'emporte.

Graissage du châssis. — Le graissage central qui a fait son apparition en 1927 n'a pas progressé comme on aurait été à même de le croire. Certes, un certain nombre de constructeurs l'ont adopté, mais la clientèle semble réfractaire à cette solution pourtant aussi pratique qu'élégante. De nombreux automobilistes craignent en hiver le gel de l'huile dans les canalisations. D'autres objectent que rien ne pourra déceler la rupture d'une mèche dans le graissage genre Alcyl ou l'obstruction d'une canalisation dans celui sans pression. Nous ne croyons pas ces craintes vraiment fondées, tout au moins avec une canalisation étudiée et posée convenablement. En tout cas le graissage sera toujours plus abondant qu'avec des graisseurs souvent inaccessibles et que de nombreux automobilistes oublient régulièrement de remplir.

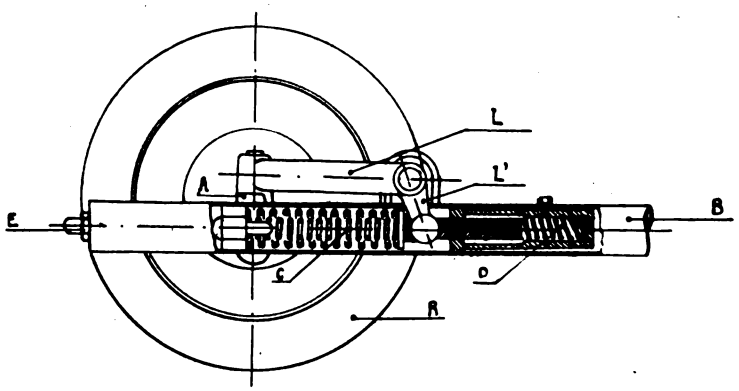


Fig. 1. — Suspension à roues indépendantes Harris Léon Laisné.

Suspension. — La suspension est à notre avis la partie du châssis sur laquelle il reste le plus à faire, et cela est tellement vrai que personne ne songera à s'étonner de la rupture d'un ressort, tandis que la rupture d'une bielle, d'un pignon... sera généralement considérée comme tout à fait anormale.

Le problème est évidemment très difficile, car on demande à une suspension de nombreuses qualités souvent incompatibles. C'est ainsi que les ressorts avant devraient, pour assurer à la voiture toute la souplesse désirable, avoir une grande flexibilité et que cette flexibilité devrait, d'un autre côté, être aussi faible que possible, pour éviter des déplacements trop importants du châssis, déplacements entraînant des réactions dangereuses sur la direction.

On a essayé d'améliorer la solution par ressorts à lames habituellement employés en les disposant de nombreuses façons autres que le ressort droit qui est considéré comme le montage type. Il y a quelques années la faveur des constructeurs s'était portée sur le ressort arrière cantilever qui paraît à peu près abandonné.

On tend maintenant à incliner les ressorts et

Digitized by Google

particulièrement les ressorts arrière par rapport à l'axe longitudinal du châssis dans le but de tâcher d'atténuer à la fois les déplacements transversaux et longitudinaux. Quelques châssis et en particulier les nouveaux modèles de Renault comportent à l'arrière trois ressorts, deux inclinés et un transversal. Cette solution paraît *a priori* assez bonne.

Néanmoins nous croyons que seul le dispositif à roues indépendantes permettra d'apporter sa véritable solution à l'un des derniers problèmes que l'automobile n'a pas encore complètement résolu.

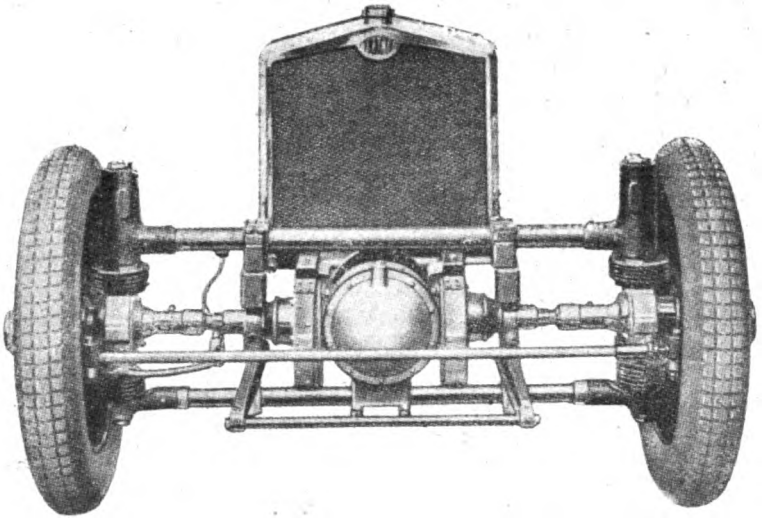


Fig. 2. — Avant-train du châssis Tracta à roues avant motrices.

En dehors des Lancia des Sizaire, des Cottin-Desgouttes qui roulent déjà à un nombre assez considérable d'exemplaires, ce dernier Salon nous a montré un nombre relativement important de châssis dont les constructeurs n'ont pas reculé devant la difficulté du problème. Il n'y a évidemment pas encore parmi eux de firme à grande production, mais l'idée fait son chemin. Ces diverses suspensions étant en somme basées sur le même principe, nous nous contenterons d'examiner celle adoptée par Léon Laisne qui nous semble une des plus intéressantes. Les ressorts à lames y sont remplacés par des ressorts à boudins qui ont été logés dans les longerons du châssis constitués par deux tubes absolument droits. Chaque fusée A porte un bras L sensiblement horizontal articulé sur un axe fixe. Sur ce même axe se trouve un levier L' agissant par une rotule sur un système de ressorts C. Lorsque la roue R et la fusée se déplacent, le bras L et le levier L' pivotent autour de leur axe et compriment les ressorts C. Lorsque le levier cesse d'agir sur ceux-ci, un amortisseur D constitué par un ressort à boudin et un frein à huile s'oppose à leur brusque détente. On évite ainsi tout coup de raquette. Un écrou E permet de régler la tension des ressorts C selon la charge de la voiture. Ce genre de suspension réalise évidemment une indépendance complète des quatre roues. Il a en outre l'avantage de permettre l'emploi de longerons excessivement simples qui doivent être d'un prix très réduit.

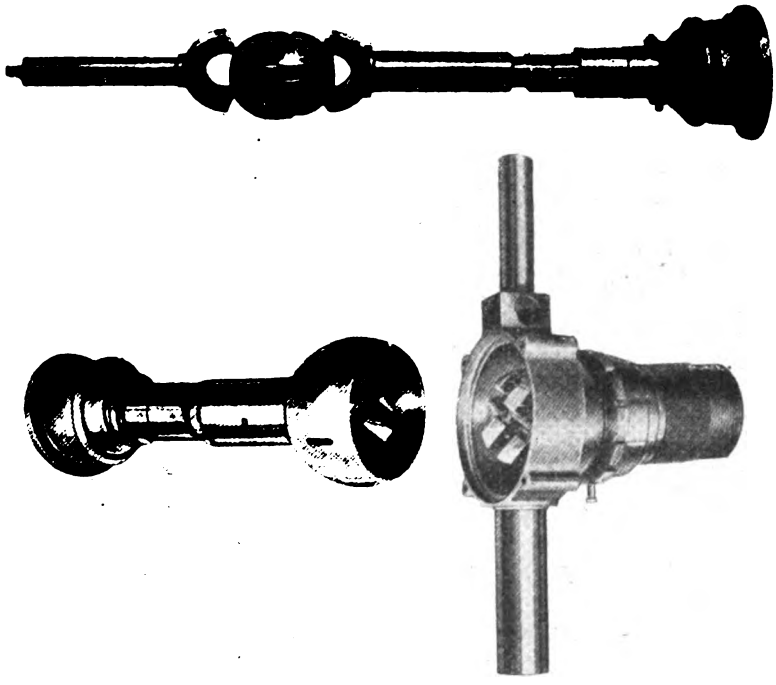


Fig. 3. — La commande des roues avant du châssis Tracta. En haut, ensemble de la transmission d'une roue avant ; au milieu, les doubles cardans. A gauche, cache-cardan; à droite, fusée avant.

Les roues avant motrices. — Insensiblement, le nombre des partisans de ce mode de commande augmente à chaque Salon. On connaît

Digitized by Google

tous les avantages de la transmission par les roues avant : diminution notable du poids non suspendu, le pont avant étant solidaire du châssis ; accessibilité plus grande, tout le mécanisme étant groupé en avant du tablier ; adhérence des roues avant augmentée ; espace situé entre les longerons laissé entièrement libre pour la carrosserie qui peut être ainsi notablement surbaissée et, pour ces diverses raisons, tenue de route meilleure.

A cela les partisans de l'état de choses actuel opposeront que les cardans transversaux reliant le pont aux roues avant sont très courts, que plus un cardan est court, plus il est difficile à réaliser et que cette difficulté est encore augmentée par le pivotement des fusées. C'est exact, mais une difficulté est toujours surmontable et celle-ci ne demande qu'une étude sérieuse et surtout un usinage impeccable. Or la technique moderne nous a habitués à d'autres tours de force et les machines actuelles sont suffisamment précises pour que l'on n'ait pas à reculer devant une exécution difficultueuse.

Nous donnerons ci-après la description du dispositif adopté par Tracta.

La boîte de vitesses et le pont sont situés l'un à la suite de l'autre en bout et en avant de l'arbre moteur. L'attaque de chaque roue se fait par un cardan Glaenzer à la sortie du pont avant et par un double cardan spécial enfermé dans la fusée. Les variations de longueur nécessitées par le déplacement vertical de ces dernières dans les cahots sont obtenues par un arbre coulissant à rainures longitudinales. L'emploi du cardan double permet de supprimer les irrégularités de transmission qui pourraient se produire, avec un cardan simple, lorsque les roues sont braquées.

La carrosserie. — Dans ce domaine on retrouve accentuées encore les tendances du dernier Salon. De moins en moins de torpédos et de moins en moins de carrosseries entoilées. La tôle et la peinture cellulosique sont reines et il faut convenir que l'esthétique des carrosseries est loin d'y avoir perdu.

La ligne est sobre et droite, les carrosseries de plus en plus basses et larges. Parmi les voitures fermées la mode reste au cabriolet, plus intime, plus élégant, quoique moins pratique que la berline ou la conduite intérieure.

Les grands constructeurs, qui ont des séries suffisantes, abandonnent à l'instar des firmes américaines et de Citroën, le bois pour la carrosserie tout acier qui s'accommode mieux des méthodes modernes de travail. Il sont arrivés ainsi à des carrosseries parfaites et d'un bon marché extrême.

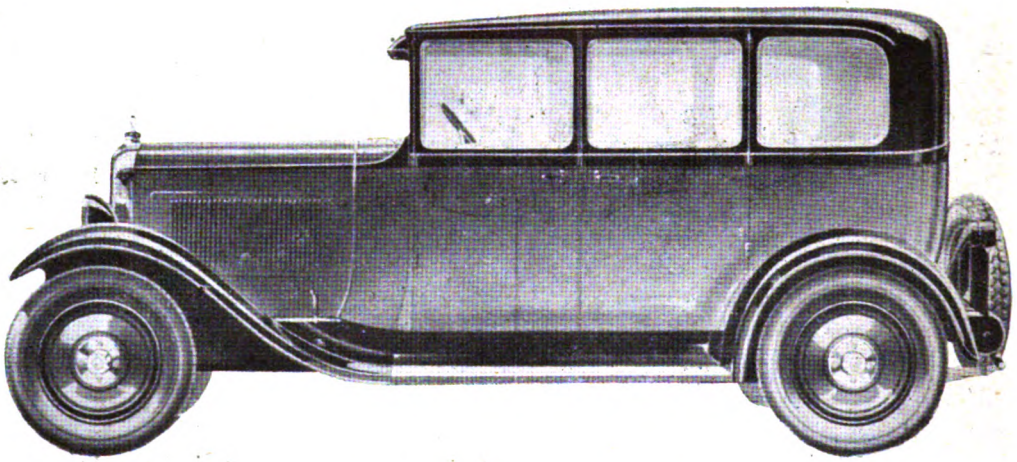


Fig. 4. — La nouvelle Citroën type C 4.

Il est vraisemblable que ceux qui n'ont pas les mêmes moyens devront, s'ils veulent vivre, s'organiser pour pouvoir travailler suivant les mêmes méthodes. Il restera toujours évidemment un certain nombre de clients qui ne voudront à aucun prix d'une carrosserie de série et qui continueront à payer sans compter pour avoir une voiture qui ne ressemble pas à celle de tout le monde. Mais la masse des automobilistes ne raisonne pas ainsi. Déjà une importante maison d'accessoires offre avec beauoup de succès aux constructeurs moyens et aux petits carrossiers des ailes et des portes en tôle embouties d'exécution parfaite et de prix excessivement réduit. Il est vraisemblable qu'elle ne s'arrêtera pas en chemin et que bientôt suivront les fonds, les auvents, les toits, etc...

Le carrossier n'aura plus qu'à adapter, monter, garnir et peindre une carrosserie standard qu'il recevra en somme en pièces détachées.

Digitized by Google

Nous nous orientons donc franchement vers la série pour l'ossature même de la carrosserie. Il n'en est pas ainsi pour la finition et jamais peut-être a t-on offert à la clientèle pour l'intérieur autant de couleurs diverses, et pour l'intérieur de variétés de draps.

La mode est aux couleurs claires, voyantes même, tout au moins pour la peinture. Les accessoires sont de plus en plus riches, certaines poignées de portières, ciselées, incrustées, sont presque de petits objets d'art. La fermeture des portières, cause autrefois de tant de bruits désagréables, est maintenant parfaite et l'on a même pu voir à ce dernier Salon certains constructeurs qui avaient poussé leur étude dans ce sens jusqu'à munir les broches des charnières de graisseurs Técalémit.

Une visite rapide des principaux stands permettra de se rendre compte des différents modèles exposés et en même temps de l'extrême importance de la participation américaine.

Renault présentait en dehors de ses modèles plus anciens 6 CV. N. N. à quatre cylindres, 8 CV. Monasix à six cylindres, Vivasix, ses nouvelles créations le Monastella et Vivastella à six cylindres et Reinastella à huit cylindres avec, cette dernière, radiateur à l'avant. A noter sur ces trois châssis la suspension arrière à trois ressorts, deux inclinés et un transversal. Allumage par batterie sur tous les types.

Face à face à Renault, Citroën nous montrait une fabrication toute renouvelée avec sa C. 6 : la 14 CV., six cylindres et sa C. 4, 9 CV., quatre cylindres. Les deux châssis, en dehors du moteur, ont énormément de points communs et étant donné leurs prix, particulièrement la C. 4, représentent un progrès très sérieux sur la B. 14. La carrosserie est plus basse, plus large, nettement plus élégante particulièrement vue de l'arrière. En dehors de ces diverses voitures carrossées on trouvait au même stand une coupe longitudinale d'une voiture complète qui a eu un des plus gros succès de curiosité du Salon.

Chez Hotchkiss on a pu voir la quatre-cylindres qui a été certainement une des voitures les plus à la mode la saison dernière, puis une nouvelle six-cylindres à allumage par batterie avec soupapes renversées.

Talbot, autre triomphateur de la dernière saison, paraît ne vouloir pousser que ses trois six-cylindres 11 CV. à soupapes en tête en 14 et 17 CV.

Delage garde ses 14 et 17 CV, six cylindres. Unic sa 11 CV. quatre cylindres à laquelle vient s'ajouter une huit-cylindres en ligne, 14 CV. à suspension arrière compound. Ballot, champion de la huit cylindres, sa 16 CV. avec châssis court ou long.

Nouveau venu, Rosengart nous a sorti une petite 5 CV. à allumage par magnéto et freins sur les quatre roues.

Amilcar, spécialiste de la petite voiture de sport, exposait ses quatre, six et huit cylindres de 6, 7 et 10 CV de puissance fiscale.

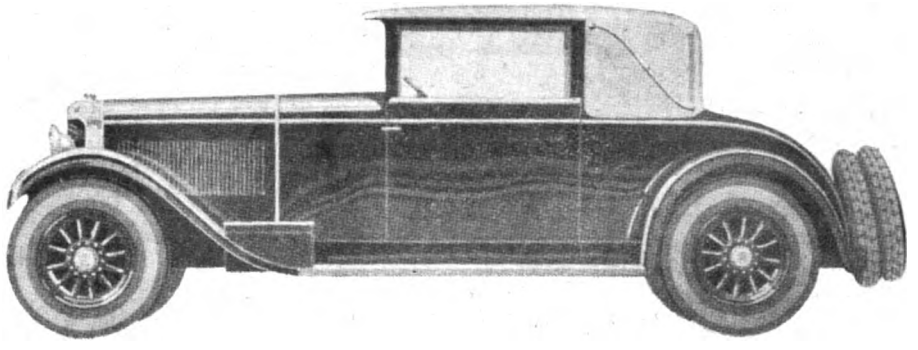


Fig. 5. — Un cabriolet (Panhard et Levassor).

Chez Peugeot, en dehors de la populaire 5 CV., de la 9 CV. quatre-cylindres et de la 18 CV. sans soupapes, on voyait une 12 CV., six cylindres, une 14 à quatre cylindres et une 22 CV, six cylindres.

Delaunay-Belleville ses 10, 11 et 14 CV., quatre cylindres; Delahaye en dehors de ses anciens modèles un 16 CV., à six cylindres ; La Buire une 10 CV, quatre ylindres avec deux types de châssis ; Buchet une 6 CV. quatre cylindres, une 9 CV. quatre cylindres et une 10 CV. six cylindres ; Cottin-Desgouttes sa sans-secousses à roues indépendantes en 10 CV. 11 CV. et 20 CV. six cylindres ; Morris Léon Bollée ses 12 CV. quatre cylindres, 15 CV. six cylindres et une nouvelle 18 CV. six-cylindres ; Derby, quatre petits châssis grand sport, un quatre cylindres 9 CV., deux six cylindres 8 et 9 CV. et un quatre-cylindres avec turbo-compresseur; La Licorne ses différents modèles à quatre cylindres ; B. N. C. deux grand sport dont l'un avec compresseur ; Charron, une 6 CV. quatre cylindres et une 10 CV six cylindres ; S. C. A. P., ses 6 et 7 CV. et une 11 CV.

Digitized by Google

à huit cylindres ; Fasto sa quatre-cylindres ; Deguinguand une petite 5 CV. ; Tracta son châssis à roues avant motrices dont nous donnons précédemment la description, châssis équipé avec moteur à quatre cylindres et suspension à roues indépendantes ; Motobloc, diverses voitures dont une six-cylindres également à roues indépendantes ; Sensaud de Lavaud, une 17 CV., six cylindres avec transmission automatique par bielles, plateau oscillant, différentiel spécial, roues avant indépendantes. La curieuse transmission inventée par cet ingénieur tout en n'étant pas absolument nouvelle et ayant fait l'objet déjà de nombreuses descriptions n'avait pas encore été présentée aussi directement à la clientèle. Elle mériterait certainement de la part de celle-ci un accueil qui permette à son constructeur de poursuivre son expérience sur une plus vaste échelle

Notons encore parmi les châssis spéciaux Sizaire et sa suspension bien connue ; Claveau et son châssis avec moteur à l'arrière, roues indépendantes et carrosserie ultra-moderne ; Chagneau Brasier avec une huit-cylindres à roues avant motrices ; Bucciali une six-cylindres à même mode de transmission et également roues indépendantes ; Harris Léon Laisne dont nous avons donné la description de la suspension, Messier et son châssis à suspension pneumatique. Puis, pour terminer, les très jolis stands de Panhard et Levassor avec des quatre, six et huit cylindres sans soupapes ; d'Hispano-Suiza et ses six cylindres aux lignes impeccables ; de Berliet qui exposait de nombreuses carrosseries sur ses 9, 10 et 11 CV, six cylindres ; de Voisin, fidèle au sans-soupapes ; de Rochet Schneider venu lui aussi à la six-cylindres ; de Farman avec son beau châssis à direction compound, de Bugatti et ses six et huit cylindres avec ou sans compresseur victorieuses de presque toutes les épreuves de la saison ;

Et enfin Unic et ses 11 et 14 CV. à quatre et huit cylindres ; les six-cylindres George Irat, Buchet Vermorel, Guyot, Mathis, Donnet, les différents modèles à quatre et huit cylindres de De Dion ; ceux à quatre et six-cylindres de Chenard et Walker ; les 7 et 10 CV. sport Salmson ; les huit cylindres Bignan et Bénova ; Ariès, Suères et leurs modèles habituels, etc...

Voilà pour les constructeurs français. Voyons maintenant leurs concurrents et en premier lieu les Américains.

La General Motor nous présentait cinq de ses marques, Chevrolet avec ses modèles courants. Cadillar avec une huit-cylindres et les six-cylindres Poutiac, Oarland et Oldsmobile.

Studebaker avait certainement un des stands les plus riches du Salon avec en dehors de ses modèles habituels une huit-cylindres Président couverte de sculptures et de dorures d'une richesse peut-être un peu exagérée mais bien faite pour retenir la curiosité de la foule. Ford, sa nouvelle voiture tant attendue beaucoup mieux certes que son ancien type mais qui en a, à notre avis, gardé encore trop de choses, ne serait-ce que la hauteur de sa carrosserie.

Buick, un très joli châssis coupé avec un éclairage de très bon goût qui permettait de se rendre compte du fonctionnement du moteur et des différents organes.

Packard sa huit-cylindres et Chrysler, ses types bien connus. Puis Falcon-Knight, Willys-Knight, Stearns-Knight, les six-cylindres overland, Mash, Jordan, Dodge, Essex, Andson, Genestin avec une 13 CV., huit cylindres, Franklin une six-cylindres à refroidissement à air, Huburn une dix et une huit-cylindres en ligne, Perless, Marmon une huit-cylindres.

Par ordre d'importance nous passons à la participation italienne avec en particulier le très beau stand de Fiat, Isotta et ses puissants et luxueux modèles sport, Ansaldo avec ses 14 et 15 CV. à quatre cylindres, Itala et sa 11 CV., six cylindres, Alfa Roméo et ses voitures gagnantes de nombreuses compétitions.

Puis les stands anglais de Rolls-Royce, d'Austin, ceux allemands de Mercédès qui présentait sa grosse huit-cylindres, d'Opel, aux belges de F. N., d'Imperia, d'Excelsior et enfin ceux de Stutz, de Steyr, de Praga, etc...

Y avait-il beaucoup d'acheteurs parmi la foule qui régulièrement envahissait le Grand Palais dès l'ouverture des portes? Souhaitons-le pour que les constructeurs soient payés de leurs peines et des sacrifices très réels consentis par eux pour rendre un peu plus, chaque jour, l'automobile à la portée de tous.

Digitized by Google

Chronique économique et sociale

PAR

Achille MESTRE

Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

Les Syndicats de Fonctionnaires

S'il était une classe sociale qui donnât jusqu'à présent l'exemple de l'ordre, du dévouement et de la discipline, c'était assurément celle des fonctionnaires qui étaient considérés traditionnellement comme les plus rangés et les plus paisibles des citoyens. Tout cela est aujourd'hui changé, et les syndicats illégaux de fonctionnaires ont tenu ces mois derniers des congrès eux-mêmes illégaux au cours desquels ils ont témoigné de leur indéfectible attachement à l'illégale et révolutionnaire C. G. T.

Nous n'insisterons pas sur la question de droit. La loi sur les syndicats de 1884 n'a évidemment pas été faite pour les fonctionnaires. Ceux-ci sont des privilégiés ; leur situation est stable et assurée, ils bénéficient d'une retraite ; en revanche, ils sont compris dans une hiérarchie qui comporte des inégalités nécessaires, une subordination indispensable. En droit, on peut dire que l'employé est l'égal de son employeur ; mais il serait faux d'affirmer que le capitaine est l'égal du colonel ou l'expéditionnaire l'égal du directeur, puisqu'il doit à ce dernier « obéissance ». Le syndicat de fonctionnaires est illégal, parce qu'il mettrait sur le même plan tous les agents concourant à la gestion d'un même service quel que fût leur rang dans la hiérarchie administrative ; il brise le lien hiérarchique ; il méconnaît le principe d'autorité sans lequel la fonction publique ne serait plus qu'anarchie. Les fonctionnaires sont les serviteurs du pays : il faut qu'ils obéissent à ceux qui le représentent, et il est difficile d'imaginer la subversion que produirait dans l'État une grève, ne durât-elle que quarante-huit heures, de tous les services publics, y compris celui de la police, de la gendarmerie et de la magistrature. D'ailleurs, la loi de 1920, qui a précisé la situation juridique du syndicat, prend soin d'affirmer que le statut des fonctionnaires sera réglé par une loi spéciale : c'est reconnaître clairement que la loi générale ne s'applique point à eux.

De cette illégalité, les fonctionnaires syndiqués n'ont cure. Non seulement, ils entendent se réunir, mener les campagnes syndicalistes et adhérer, si tel est leur bon plaisir, à la C. G. T., mais ils déclarent que le droit d'association (loi de 1901) tel que les pouvoirs publics leur permettent de l'exercer, ne leur suffit point et ils proclament que les injonctions gouvernementales sont pour eux lettre morte.

Le comble, c'est que les gouvernants n'osent rien contre ces rebelles. Ils sont trop ; d'ailleurs, les fonctionnaires, surtout dans les campagnes, ne sont-ils pas les grands électeurs, les soutiens les plus fermes de la majorité nécessaire à la stabilité ministérielle ? On a vu il y a quelques années des ministres énergiques sévir contre les fonctionnaires syndiqués, les envoyer en correctionnelle et obtenir contre eux des condamnations pénales; mais la fortune des gouvernements est changeante, et le ministre sévère était remplacé par un successeur bienveillant qui présidait les banquets du syndicat naguère condamné, en décorait les meneurs ou les gratifiait d'agréables prébendes. On conçoit que ce régime de douche écossaise n'ait guère servi le prestige du gouvernement.

Le résultat? C'est que l'action syndicale des fonctionnaires ne cesse de se développer et de s'affirmer. Il ne s'agit plus de la défense des intérêts professionnels, mais de la transformation profonde de l'État. Normalement un syndicat doit se borner à étudier le régime du travail et des salaires dans la profession qu'il représente. Écoutons les revendications des fonctionnaires qui ne visent à rien de moins qu'à la mainmise du syndicat sur la fonction elle-même. Dès 1905, les instituteurs syndicalistes se déclaraient « décidés à *substituer à l'autorité administrative la force syndicale*, et à constituer les cadres des futures *organisations autonomes* auxquelles l'État remettra le soin d'assurer les services progressivement socialisés ».

Au récent Congrès de Rennes, un instituteur, secrétaire général du syndicat, ne déclarait-il pas : « Il n'y a pas de gouvernement qui puisse nous faire sortir de la C. G. T. ». Et après lui, M. Jouhaux n'a pas manqué de bafouer ce gouvernement qui lui a cependant confié de prestigieuses délégations : « La C. G. T. est une force naturelle, a-t-il dit, contre laquelle la loi ne peut rien. Les hommes politiques

Digitized by Google

n'auraient ni la force, ni le courage d'appliquer un statut des fonctionnaires interdisant à ceux-ci de se syndiquer. Le feraient-ils, que, réunis en États généraux du travail, les syndicats se prononceraient. Nous renverrions au gouvernement toutes ses délégations et nous lui dirions : à partir de ce moment, c'est la bataille. Vous l'avez voulue. Tant pis pour vous ! »

En vain, M. Ferdinand Buisson, apôtre infatigable de la laïcité, est-il venu devant le Congrès de Rennes défendre la cause de la liberté de l'enseignement et supplier les instituteurs de ne pas rompre brutalement avec les traditions de la Révolution française, il a prêché dans le désert. Il est désormais acquis que les instituteurs syndiqués sont des révoltés.

***

Est-il possible d'entrevoir une amélioration de cette situation très grave qui tend à isoler la fonction publique de l'ensemble de la nation pour en faire la chose des syndiqués et l'ériger en un État dans l'État?

Nous ne le pensons pas en l'état actuel des choses. Le développement inquiétant pris par le syndicat trouve sinon une excuse, du moins un prétexte dans l'attitude des pouvoirs publics à l'égard de nombreuses catégories de fonctionnaires. Trop souvent l'agent public a été brimé dans sa carrière pour des raisons qui n'avaient rien de professionnel, et on a vu la carrière de maints fonctionnaires enrayée, non point parce que leurs services étaient en défaut, mais uniquement parce que leurs conceptions philosophiques ne correspondaient point à celles des maîtres de l'heure. On a vu maintes fois certains des gouvernants ou des candidats aux divers mandats électifs exercer sur les fonctionnaires une action indiscrète en vue de les transformer en utiles agents électoraux. Il en est résulté que maints agents publics ont compté, pour s'assurer une brillante carrière, moins sur leur zèle ou leur ponctualité professionnelle que sur les fructueuses amitiés politiques et sur les utiles recommandations. Comment s'étonner dès lors que les fonctionnaires aigris aient recherché, par tous les moyens, à neutraliser ces fâcheuses pratiques? Ils ont pris l'habitude de se servir du syndicat pour réclamer avec véhémence les avantages auxquels ils pensaient avoir droit ; souvent ils les ont obtenus, et ces résultats de la docilité ou de la timidité gouvernementale ont été pour eux le meilleur des encouragements.

Crise de la fonction? Peut-être, mais surtout crise de l'État.

Digitized by Google

PORTRAIT DE SAVANT

Charles-Adolphe Würtz

PAR

A. BOUTARIC

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon

Charles-Adolphe Würtz naquit à Strasbourg le 26 novembre 1817. Ses premières années s'écoulèrent dans le paisible et riant presbytère de Wolfisheim, village situé près de Strasbourg, dans la riche plaine d'Alsace, où son père était pasteur de l'église réformée. Il y prit, avec une robuste santé, entretenue par des exercices physiques, l'amour de la campagne et le vif sentiment des beautés de la nature. Plus tard, son père ayant été nommé à Strasbourg, le jeune Würtz suivit les cours du Gymnase protestant de cette ville. C'était un élève sérieux et appliqué, réussissant honnêtement dans toutes les matières enseignées, mais non pas particulièrement brillant. Après qu'il eut passé en 1834 son baccalauréat ès lettres, son père eût désiré qu'il s'inscrivît au séminaire protestant pour y poursuivre des études théologiques et devenir pasteur à son tour. Mais Wurtz se sentait attiré invinciblement vers les sciences et notamment vers la chimie.

Charles-Adolphe Würtz.

« Würtz, écrit Friedel dans la très belle notice qu'il consacra à son maître, se livrait depuis quelque temps, dans la buanderie dont était pourvue la cure paternelle, comme l'était alors toute bonne maison alsacienne, à des expériences de physique et de chimie, répétition de celles qu'il avait vu faire à ses professeurs. Ces expériences, la mère les tolérait de la part de son fils préféré, le père les voyait de mauvais œil, car elles coûtaient beaucoup de temps et d'argent. Il faisait même démolir parfois par son sacristain les petits fourneaux de briques que le futur chimiste s'était ingénié à construire.

« Aussi, lorsque sa passion grandissant de plus en plus et devenant consciente d'elle-même, Würtz déclara qu'il voulait se vouer à la chimie, le sacristain de l'église Saint-Pierre-le-Jeune, familier de la maison et ne voyant rien au-dessus de la vocation pastorale, s'exclama-t-il : « Le père et moi, nous avions dit depuis longtemps que, de toute cette cuisine, il ne sortirait rien de bon ! »

Le père de Würtz ne céda qu'à moitié. Il décida qu'à défaut de la théologie son fils étudierait la médecine, susceptible, pensait-il, de conduire plus facilement que la chimie, sinon à la notoriété, du moins à l'aisance.

Mais, tout en étudiant la médecine, Würtz ne négligea pas la chimie. En 1835, à l'âge de dix-huit ans, il fut nommé préparateur de chimie, de pharmacie et de physique à la Faculté de médecine et chef des travaux chimiques en 1839.

Après avoir été reçu docteur en médecine en 1843, il obtint de ses parents d'aller passer une année à Giessen, dans le laboratoire du grand chimiste Liebig. A son retour, il quitta Strasbourg pour Paris, où il arriva en mai 1844, recommandé à J.-B. Dumas

Digitized by Google

par Liebig. Il travailla quelque temps dans le laboratoire que Dumas avait ouvert rue Cuvier. Un an après, il devenait chef des travaux chimiques à l'École centrale des arts et manufactures.

Ses premiers travaux.

Les premières recherches originales de Würtz, commencées à Giessen, dans le laboratoire de Liebig, terminées à Paris dans celui de Dumas, portent sur l'étude de la constitution des trois acides phosphorique, phosphoreux et hypophosphoreux. Il établit que bien que ces acides renferment la même quantité d'hydrogène par rapport au phosphore, la quantité de base avec laquelle ils peuvent s'unir augmente avec la proportion d'oxygène : elle est plus grande pour l'acide phosphoreux que pour l'acide hyper phosphoreux, et plus grande encore pour l'acide phosphorique. C'est ce que nous traduisons actuellement en disant que bien que les molécules de tous ces acides renferment chacune trois atomes d'hydrogène, ces molécules répondant aux formules :

PO^2H^3 pour l'acide hypophosphoreux ;

PO^3H^3 pour l'acide phosphoreux ;

PO^4H^2 pour l'acide phosphorique ;

un seul atome d'hydrogène est remplaçable par un métal dans le premier acide, tandis que deux atomes d'hydrogène sont salifiables dans le second et que dans la troisième les trois atomes d'hydrogène sont susceptibles d'être substitués. Nous disons que l'acide hypophosphoreux est monobasique, l'acide phosphoreux bibasique et l'acide phosphorique tribasique.

Ce sont là aujourd'hui des notions courantes, mais elles paraissaient très hardies à l'époque où Würtz, qui débutait dans la carrière chimique, les déduisit de ses expériences.

Poursuivant ses recherches sur les composés du phosphore, il découvrit un corps extrêmement important, l'oxychlorure de phosphore, $POCl^3$, en faisant agir de petites quantités d'eau sur le pentachlorure de phosphore PCl^5. Ce corps a joué un rôle très important en chimie, car il intervient dans la préparation d'un grand nombre de composés organiques chlorés. Du point de vue théorique, il était très intéressant à considérer à l'époque où Wurtz le découvrit, car il montrait, ce qui avait alors besoin d'être établi sur un grand nombre de cas, que dans les molécules deux atomes de chlore peuvent être remplacés par un atome d'oxygène.

Découverte des amines.

En 1849, traitant par la potasse l'isocyanate de méthyle, il obtint du carbonate de potasse et un corps qu'il prit d'abord pour de l'ammoniaque. Mais ce carbonate ne contenait qu'un des atomes de carbone de l'isocyanate pris comme point de départ. Würtz, recherchant ce qu'était devenu l'autre atome, fut amené à se demander s'il ne se trouverait pas dans la vapeur fournie par la réaction, qu'il avait cru tout d'abord être de l'ammoniaque. Il reconnut que son prétendu gaz ammoniac était combustible et par suite qu'il renfermait du carbone. L'analyse lui révéla que c'était du gaz ammoniac NH^3 dans lequel un atome d'hydrogène était remplacé par le radical méthyle CH^3 et qu'il répondait par suite à la formule NH^2CH^3.

Traités par la potasse, ces isocyanates d'éthyl, de butyl, d'amyl, etc., lui donnèrent des composés analogues dans lesquels un atome d'hydrogène du gaz ammoniac avait été remplacé par un radical éthyl, butyl, amyl, etc.

Les ammoniaques composées ou amines, classe importante de composés organiques azotés à laquelle se rattache plus ou moins directement celle des alcaloïdes qui joue un rôle si important dans les plantes et interviennent si énergiquement dans les processus biologiques, étaient découvertes. Du point de vue théorique, cette réaction confirmait les vues de Liebig et Dumas d'après qui les radicaux peuvent jouer dans les molécules un rôle comparable à celui des corps simples, passant en bloc d'une molécule dans une autre par substitution chimique.

Un an après, Hofmann complétait la découverte de Würtz en faisant connaître une nouvelle méthode qui permettait de substituer successivement dans l'ammoniaque AzH^3, un, deux et trois atomes d'hydrogène par un, deux ou trois radicaux alcooliques.

La voie qui devait conduire aux autres alcaloïdes naturels était ainsi théoriquement ouverte. Il ne restait plus qu'à généraliser ces conceptions et trouver des méthodes propres à l'obtention des ammoniaques organiques oxygénées. C'est encore Wurtz qui devait faire cette découverte dix ans plus tard.

Constitution de la glycérine. — Les glycols.

Chevreul avait depuis longtemps reconnu que les corps gras saponifiés par les alcalis donnent un liquide visqueux, de saveur sucrée, la glycérine. Et il avait fait ressortir l'analogie probable entre les corps gras et les éthers que fournit l'action des acides sur les alcools. En 1853-1854, Berthelot établit définitivement que la glycérine se comporte comme un alcool et il réussit à faire la synthèse des corps gras en partant de la glycérine et des acides gras. Mais il montra en même temps que la glycérine peut

Digitized by Google

donner naissance, en se combinant avec un même acide gras, à trois combinaisons neutres différentes.

Traduisant ces résultats en langage atomique, Würtz conclut que la glycérine peut être considérée comme possédant trois fois la fonction alcool, chacune d'elles étant susceptible d'être éthérifiée par une molécule d'acide. On sait que cette conception a été maintenue et qu'on considère la glycérine comme un trialcool dont on représente la molécule par la formule :

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH.OH \\ | \\ CH^2OH. \end{array}$$

Würtz fut ainsi tout naturellement amené à penser qu'entre les alcools simples ordinaires, l'alcool méthylique ou l'alcool éthylique, et un trialcool comme la glycérine, il devait exister des dialcools possédant deux fois la fonction alcool. C'est ce qu'il établit expérimentalement l'année suivante (1856) par sa découverte du premier dialcool, le glycol :

Ayant traité par l'acétate d'argent l'iodure d'éthylène $C^2H^4I^2$, qui est ce qu'on pourrait appeler la liqueur des Hollandais iodée, il le transforma en un éther acétique suivant la réaction :

$$\begin{array}{l} CH^2I \\ | \\ CH^2I \end{array} + 2\,CH^3COOAg = 2\,AgI + \begin{array}{l} CH^2CH^3CO^2 \\ | \\ CH^2CH^3CO^2 \end{array}$$

Le composé obtenu était l'éther acétique du dialcool cherché. En saponifiant cet éther par une base, il obtint l'alcool lui-même :

$$\begin{array}{l} CH^2CH^3CO^2 \\ | \\ CH^2CH^3CO^2 \end{array} + 2\,NaOH = 2\,CH^3CO^2Na + \begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH^2OH \end{array}$$

Le problème était résolu et le premier terme d'une série importante de corps venait d'être découverte. Würtz donna à cette série le nom de glycols, pour rappeler leur situation intermédiaire entre la glycérine et les alcools proprement dits.

L'obtention du glycol fut le point de départ d'autres découvertes également très importantes.

L'oxydation en présence du noir de platine comme catalyseur fournit d'abord un corps à la fois alcool et acide, l'acide glycolique $\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ COOH \end{array}$; une oxydation plus énergique conduit à l'acide oxalique, $\begin{array}{l} COOH, \\ | \\ COOH \end{array}$ le plus simple des diacides.

L'éthérification par l'acide chlorhydrique d'une seule fonction alcoolique du glycol fournit la monochlorhydrine du glycol $\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CH^2OH \end{array}$ dont la décomposition par la potasse alcoolique donna naissance à l'oxyde d'éthylène, suivant la réaction :

$$\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CH^2OH \end{array} + KOH = KCl + H^2O + \begin{array}{l} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{array}\!\!>\!O.$$

Le composé C^2H^4O ainsi dérivé du glycol présentait un très grand intérêt théorique. Il constituait l'analogue organique des oxydes que fournissent en chimie minérale les métaux bivalents. Sa formule rappelle celle de la chaux CaO, de la baryte BaO, le radical bivalent C^2H^4 jouant dans la molécule un rôle analogue à celui de l'atome d'un métal bivalent tel que Ca ou Ba.

Poursuivant ses recherches, Würtz obtint divers homologues du glycol : les glycols propylénique, butylénique, amylénique et leurs dérivés.

L'oxydation du glycol propylénique

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH.OH \\ CH^2OH \end{array}$$

qui dérive du propylène $CH^3 - CH = CH^2$, comme le glycol ordinaire dérive de l'éthylène, lui fournit la synthèse de l'acide lactique :

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH.OH \\ COOH \end{array}$$

Ainsi était établie d'une manière probante la formule de constitution de l'acide lactique, corps connu depuis longtemps, mais non encore rattaché à d'autres composés plus simples.

Synthèse des phénols.

Pour préparer les alcools à partir des hydrocarbures, il suffit de saponifier par une base le dérivé chloré, bromé ou iodé des carbures. Würtz essaya, mais en vain, de remonter, par la même méthode, de la benzine au phénol. Mais il parvint à réaliser la synthèse des phénols, en même temps d'ailleurs que Dusart et Kékulé, en préparant le dérivé sulfoconjugué de la benzine $C^6H^5SO^3H$ et le traitant par la potasse fondue :

$$C^6H^5SO^3H + KOH = SO^3KH + C^6H^5OH.$$

C'est la méthode utilisée aujourd'hui industriellement pour remonter des carbures aromatiques aux phénols et à leurs dérivés colorants, odorants ou explosifs.

Découverte des aldols.

En cherchant à se rendre compte de la réaction, autrefois étudiée par lui, du chlore sur l'aldéhyde acétique à propos de la formation du chloral, Würtz fut amené à examiner de près l'action que l'acide

Digitized by Google

chlorhydrique exerce à froid, en présence de l'eau, sur l'aldéhyde ordinaire. Il trouva qu'un mélange d'aldéhyde et d'acide chlorhydrique étendu, abandonné pendant quelque temps à lui-même, fournit un composé nouveau qui est un polymère de l'aldéhyde, réunissant en lui les fonctions aldéhydique et alcoolique et répondant à la formule :

$$CH^3CHO + CH^3CHO = CH^3 - CH - OH - CH^2CHO.$$

Il poursuivit longuement toutes les conséquences de cette découverte. Pour donner une idée du nombre des expériences qu'il consacra à ces recherches, mentionnons simplement qu'il utilisa 100 kilogrammes environ d'aldéhyde. L'aldol est, en effet, un type de composés fort intéressants pour l'interprétation d'un grand nombre de processus naturels. Würtz pensait non sans quelque raison que c'est par un mécanisme analogue que peuvent se polymériser au sein des végétaux les substances si variées qu'ils élaborent, dont un très grand nombre appartiennent précisément à la classe des aldéhydes.

La carrière scientifique de Wurtz.

Nous n'avons mentionné que les plus importantes découvertes de Würtz. Elles jetaient une telle clarté dans le domaine encore si obscur de la chimie organique qu'on s'explique qu'elles aient valu à leur auteur la notoriété et la gloire.

En 1847, à la suite d'un concours brillant, Würtz fut nommé agrégé de chimie à la Faculté de médecine. En 1853, Dumas ayant renoncé à la chaire qu'il occupait dans cette Faculté, Würtz fut désigné pour le remplacer. En 1872, il devint en outre professeur de chimie organique à la chaire créée pour lui à la Sorbonne et il mena de front les deux enseignements. C'est dans cette chaire qu'il put exposer, avec plus de développement qu'à la Faculté de Médecine, la théorie atomique qui lui avait servi de guide dans ses recherches et dont il fut en France le protagoniste ardent et passionné. Si l'on songe aux services éclatants que la théorie atomique a rendus et rend chaque jour à la chimie organique, aux découvertes sans nombre qu'elle a suggérées, à l'enchaînement admirable qu'elle fait apparaître dans la variété pour ainsi dire infinie des composés du carbone, on sent combien fut heureuse l'influence exercée par Würtz sur la chimie française.

Les travaux de Würtz furent peut-être appréciés plus rapidement à l'étranger qu'en France. C'est ainsi qu'il devint membre de la Société royale de Londres avant d'entrer à l'Académie des sciences où il fut élu en 1867. En 1856, il était déjà entré à l'Académie de Médecine. Presque toutes les Académies et Sociétés savantes étrangères tinrent à honneur de le compter parmi leurs associés ou leurs correspondants.

En 1858, il créa, avec le concours de Dumas, Balard, Pasteur, Thénard, H. Sainte-Claire-Deville, Berthelot, etc., la Société Chimique de Paris, et publia son *Répertoire*, qui devait se transformer un peu après en *Bulletin de la Société chimique de Paris*, puis de *France*. Ces créations rendirent aux chimistes français le service de les tenir au courant presque jour par jour des travaux publiés dans leur pays et à l'étranger. A trois reprises, Würtz fut élu président de cette active Société.

Il fut en 1872 l'un des fondateurs les plus convaincus de l'*Association française pour l'avancement des sciences*. Cette création devait dans sa pensée constituer un ardent foyer de propagande en faveur de la science, encourager les travailleurs disséminés dans toute la France, établir entre eux des relations régulières et leur fournir périodiquement l'occasion d'exposer et de discuter leurs recherches. Le premier Congrès de cette association fut tenu à Bordeaux en 1872. Depuis lors, chaque année, l'Association se déplace dans les principaux centres intellectuels de la France et de l'Algérie, organisant des sections où sont exposés les travaux techniques des diverses branches de la science, et donnant des conférences sur des sujets plus généraux susceptibles d'intéresser tous les esprits cultivés.

Par la publication du *Dictionnaire de chimie pure et appliquée* qui, commencé en 1868, avec la collaboration d'un grand nombre de savants français fut terminé en 1878, il rendit un très grand service à la science française. Cet ouvrage dont il dirigea de très près la rédaction et pour lequel il écrivit lui-même de nombreux articles, fixait l'état actuel de la chimie à cette époque sous une forme facile à lire et à consulter. Des suppléments l'ont tenu au courant pendant longtemps des recherches chimiques et il est encore aujourd'hui utilement consulté dans les laboratoires. Il s'ouvre par un discours préliminaire où, avec une hauteur de vue, une éloquence et une clarté qui n'ont jamais été dépassées, Würtz a tracé un large tableau de l'histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier. Il débute par une affirmation qui a soulevé des tempêtes dans quelques pays étrangers, faute peut-être de l'avoir mal comprise, et parce qu'on l'avait isolée de son contexte : « La chimie est une science française. Elle fut constituée par Lavoisier, d'immortelle mémoire. »

Le professeur, le savant et l'homme.

Mais c'est par son enseignement que Würtz a

Digitized by Google

exercé la plus grande et peut-être la plus heureuse influence sur le développement des études chimiques en France.

C'était un professeur extrêmement brillant, réunissant les dons les plus heureux de la parole. Sa chaleur communicative tenait en suspens l'attention de ses auditeurs et par la clarté de son exposé, il savait rendre accessibles et même attrayantes les questions les plus délicates et les plus controversées.

« C'est là (à l'amphithéâtre), écrit Friedel, qu'il fallait le voir, maître de son sujet, sûr de son auditoire, marchant à grands pas de la table où se trouvaient préparées les expériences au tableau noir, trouvant chemin faisant des mots d'une éloquence familière et vivante, parlant avec enthousiasme des combinaisons chimiques, comme s'il s'était agi du salut des États ; étonnant parfois ceux qui ne le connaissaient pas et que cette exubérance inaccoutumée dans un cours de science troublait, mais qui revenaient aux leçons suivantes, captivés et charmés : déroutant souvent ses préparateurs par l'imprévu de son exposition et de ses gestes, quoique ses leçons fussent toujours préparées à l'avance, et cela de plus en plus, à mesure que sa carrière de professeur avançait. Ce n'était pas un érudit venant exposer péniblement le résultat de ses veilles ; c'était un savant communiquant à ses élèves la science qu'il avait vécue pour ainsi dire, dont il avait fait lui-même une partie, et qui s'était transformée sous ses yeux et par son travail. On sentait la chaleur de la lutte non pas contre ses adversaires scientifiques — jamais on n'en a vu trace dans son enseignement — mais contre l'ignorance, l'obscurité. Et la lumière qui s'était faite pour cet esprit supérieur se communiquait limpide et chaude à ses auditeurs. »

Mais son enseignement était loin d'être donné tout entier dans ces leçons publiques à l'amphithéâtre de la Faculté de Médecine ou de la Faculté des Sciences. C'est dans son laboratoire que se sont formés ou perfectionnés un très grand nombre de chimistes de France et de l'étranger qui venaient travailler auprès du Maître et s'initier aux théories nouvelles.

Dans ce laboratoire installé dans les locaux de la Faculté de Médecine, la vie était intense, le travail facile et fécond. L'un des élèves les plus éminents de Würtz, le chimiste Armand Gautier, devenu lui-même plus tard professeur à la Faculté de Médecine, a laissé sur ce laboratoire où il avait vécu plusieurs années de sa jeunesse quelques souvenirs qui ne manquent pas de piquant.

« Würtz avait ce qui fait le charme et attire la jeunesse, cette bonté visible, cette allure toute franche, cette bonhomie affable, cette gaieté naturelle qui tranche souvent bien des difficultés. La mobilité de son visage régulier éclairé d'un regard vif et droit, l'exubérance sensible de sa vie intérieure et de la pensée qui rayonnaient de tout son être, la chaleur de ses convictions et de sa parole prévenaient aussitôt en sa faveur et lui attiraient les sympathies.

« Son laboratoire de la Faculté de Médecine comprenait, outre une courette, dite *pour les explosions*, trois ou quatre grandes pièces à larges fenêtres vitrées. La plus grande, avec, dans le fond, une énorme paillasse munie de cheminées et d'étuves, pouvait recevoir une quinzaine d'élèves se livrant à des recherches personnelles.

« Ce laboratoire ne coûtait pas cher à l'État ! Il était entretenu par les reliquats du budget du cours public et par une mensualité de 50 francs que les élèves payaient pour le gaz, les gros réactifs, l'entretien du personnel et de la bibliothèque. Quand les travaux et les publications de l'un de nous avaient été remarqués, la mensualité versée diminuait ou pouvait disparaître. Chacun disposait, sur la table centrale ou ailleurs, d'une place d'environ $1^m,80$, avec son tiroir et sa resserre fermant à clef. Würtz, lui aussi, travaillait dans la grande salle commune, sous une baie vitrée. Sa partie inférieure était occupée par une armoire basse, dont la tablette supérieure recevait les appareils et les objets du travail journalier du Maître.

« Dans cette armoire assez profonde, Würtz avait ses réserves de produits personnels, et, sur un petit support portatif, des capsules où il *nourrissait* avec amour les cristaux des produits réalisés par lui, qu'il destinait à sa collection personnelle placée à sa droite dans une vitrine spéciale. A sa gauche la boîte à réactifs.

« Autour de Würtz, presque toujours en mouvement, certains jours au contraire, absorbé au point de ne pas paraître voir et reconnaître ses aides ou ses élèves, quelquefois lançant un mot piquant ou finissant une roulade, car il était très bon musicien ; autour de lui, travaillaient ses élèves, discutant de *omni re scibili*, y compris les théories du jour...

« Nous vivions là en communauté d'idées entre nous et avec le *patron*, comme nous disions familièrement. Nous discutions volontiers avec lui les théories du jour et, souvent très vivement, celles des autres Écoles, de Henri Sainte-Claire-Deville, de Pasteur, de Berthelot surtout, et des chimistes étrangers, chacun exposant ses vues ou ses objections, en attendant l'avis de Wurtz, dont nous n'acceptions d'ailleurs pas toujours les conclusions. C'était bien là l'École, l'École du Maître, l'École libre, vivante et en gestation...

« Dès son arrivée, Würtz se mettait à l'ouvrage : Papault, Papault ! (c'était le nom du garçon de labo-

Digitized by Google

ratoire, garçon intelligent qu'il avait formé et qui trouvait aussi, moyennant finance, le temps de nous servir un peu), Papault, il faudra me faire cette semaine un kilogramme de perchlorure de phosphore ; il faut que vous me prépariez 100 grammes de zinc-éthyle au plus vite. Apportez-moi le matras que je vous ai confié hier en partant ; à quelle température a-t-il été chauffé? Combien de temps? Y a-t-il eu explosion dans la cour?... et vous, Rousselle (c'était le préparateur qu'il chargeait presque uniquement de ses analyses), où est votre cahier? Quels résultats avez-vous trouvés pour tel et tel numéro? C'est bien : mais voici ici des nombres qui me surprennent, il faudra recommencer cette analyse ; je vous confie cette substance nouvelle, elle est azotée. Je vous recommande les dessiccations.

« Son travail personnel mis en train, il venait quelquefois s'enquérir auprès de chacun de nous de l'état de nos recherches, plus encore de nos idées. D'autres fois, travaillant à sa place, inabordable, il ne suivait plus que sa pensée intérieure, ce que nous reconnaissions à sa manière d'aller au tiroir de papier à filtre, déchirer une feuille dont il mâchonnait inconsciemment un fragment. Pour lui parler à loisir, le meilleur moment était après sa leçon publique. Alors seulement il s'asseyait, un peu fatigué par l'effort d'une contention d'esprit qui, durant une heure, l'avait absorbé tout entier! Alors, nous lui soumettions nos théories, nos doutes, nos objections, quelquefois nos plaintes contre son chef de laboratoire, qui était insupportable, et auquel il donnait souvent tort...

« Cet homme si ardent, si vibrant, si actif, si préoccupé de théories transcendantes, avait une passion qui ne nous échappait pas. Le samedi soir, il quittait son laboratoire avant l'heure, examinait attentivement son baromètre et l'état du ciel, s'assurait que Papault avait bien réussi ses appâts et abandonnait tout, élèves, cornues et matras pour aller... pêcher à la ligne. Sans doute, trouvait-il dans cette calme occupation comme un autre professeur de ses amis, aussi ardent que lui au travail, M. Dujardin-Beaumetz, le moyen de reposer tranquillement son esprit toujours en fermentation. »

La prodigieuse activité de Würtz sembla longtemps n'avoir aucune prise sur sa santé. Il n'avait jamais eu dans sa longue carrière de professeur à supprimer une seule leçon pour cause de maladie. Comme cela arrive souvent aux natures robustes qui n'ont pas ménagé leur santé, il fut très brusquement atteint par la maladie. Douze jours après avoir rendu les derniers devoirs à son maître, J.-B. Dumas, il succombait lui-même, après une très courte maladie, à l'âge de soixante-sept ans, capable encore, semblait-il, de faire beaucoup pour la science et pour son pays qu'il unissait en un même amour ardent et passionné.

Bibliographie.

M. FRIEDEL, Notice sur la vie et les travaux de Charles-Adolphe Würtz (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, année 1885).

ARMAND GAUTIER, Charles-Adolphe Würtz (*Revue scientifique*, 22 décembre 1917).

Digitized by Google

L'Astronomie d'amateur

PAR

E. DOUBLET

La cosmographie est enseignée dans nos lycées et collèges, mais les résultats que donne cet enseignement sont plutôt médiocres, et on ne peut guère jouer un plus mauvais tour à un candidat au baccalauréat que de l'interroger sur le système du monde. Souvent même, les professeurs chargés d'enseigner cette branche du savoir humain le font sans y porter un grand intérêt, parce qu'ils n'ont eux-mêmes, sous ce rapport, que des connaissances superficielles, ne dépassant guère celles qu'ils doivent communiquer à leurs élèves.

Parmi les meilleurs de ceux-ci, qui ont pour excuse la vie qu'ils mènent entre les murs d'un collège où ils sont privés du spectacle des phénomènes que le ciel offre aux yeux de ceux qui vivent au grand air, il s'en trouve quelques-uns, qui, plus tard, regrettent cette lacune et s'efforcent de la combler. Sans doute, ils n'ont plus un Arago pour leur distribuer à pleines mains la science, comme le faisait l'ancien directeur de l'Observatoire de Paris, en de merveilleuses leçons dont l'*Astronomie populaire* ne nous donne que l'ombre, mais ce livre nous reste, et chacun peut s'y instruire. Ajoutons qu'aujourd'hui, et — en ceci nous sommes mieux partagés que les contemporains d'Arago, — il y a une presse périodique qui se fait un devoir de renseigner ceux qui s'intéressent aux choses du ciel et leur indique, pour chaque jour de l'année, quels sont les objets célestes dignes d'occuper leur attention.

Nous voulons, nous aussi, essayer de venir en aide à ces amateurs, et surtout à ceux qui sont à peu près dépourvus d'autres moyens de travail que leurs yeux.

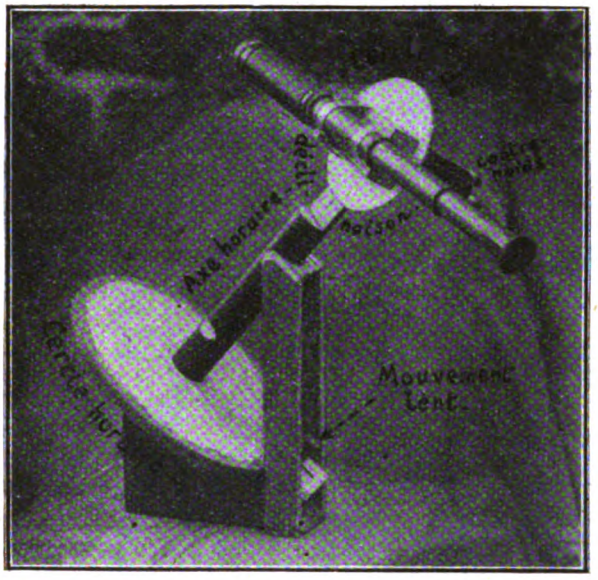


Fig. 1. — Petite longue-vue montée sur un dispositif équatorial. Galilée et Simon Marius ont découvert les satellites de Jupiter avec un instrument nullement plus puissant (grossissement 10 fois) et extrêmement inférieur au point de vue de la qualité optique ; et la lunette avec laquelle La Caille dressa son catalogue des constellations australes n'avait pas un objectif meilleur ni de plus grand diamètre (27 millimètres). Cet instrument suffit pour montrer (avec un verre noir) les taches du soleil et laisser soupçonner l'anneau de Saturne et l'aplatissement de Jupiter aux oppositions. La monture permet de tenir plusieurs heures un astre au centre du champ.

I. — *Avec instruments.*

Faisons-leur d'abord observer que, bien souvent, il ne dépend que d'eux-mêmes qu'il en soit autrement. De nos jours, il n'est pas toujours impossible de se procurer à bon marché une petite lunette qui puisse rendre possible l'observation de la surface de la Lune, des anciens satellites de Jupiter ou de l'anneau de Saturne ; avec une bonne jumelle d'opéra, on peut déjà voir des choses intéressantes. Il ne faut pas oublier que la lunette avec laquelle Galilée a fait ses belles découvertes n'avait qu'un petit grossissement.

De nos jours encore, avec un très faible instrument, on peut faire des travaux intéressants et utiles. L'astronome Messier, mort en 1817, à l'âge de quatre-vingt-sept ans, s'est illustré par la découverte de nombreuses comètes. Il les cherchait avec une petite lunette de deux pieds de long et de deux pouces et demi d'ouverture ; elle ne grossissait que cinq fois, mais elle avait un champ de quatre degrés ; du temps de Messier, on pouvait s'en procurer une semblable pour un prix variant de 70 à 80 francs, et Lalande, qui nous donne ces détails, ajoute :

« Cette partie intéressante de l'astronomie ne pourra faire de progrès rapides que quand il se trouvera des curieux qui voudront sacrifier des soirées à le recherche des comètes ; cela est si facile et la curiosité est un véhicule si actif, qu'on a lieu de s'éton-

Digitized by Google

ner que personne n'ait encore réussi. Les astronomes sont en trop petit nombre, ils sont trop occupés de la multitude d'objets et de calculs que le ciel leur fournit, et ils ne peuvent donner que trop peu de temps à la recherche des comètes ; il n'y a guère qu'une centaine de nébuleuses qui ressemblent à des comètes et on les connaît bien vite. »

Tout cela est aussi vrai de nos jours qu'au temps de Messier et de Lalande. Ajoutons que la fameuse comète de 1811, dont le souvenir n'est pas encore effacé après tant d'années, était télescopique quand elle fut découverte.

Enfin, pour en finir avec les instruments d'optique, nous dirons qu'il arrive parfois qu'on en possède sans s'en douter, et que, dans le grenier d'une vaste maison de province, il se trouve une boîte qui n'a pas été ouverte depuis bien des années, et qui renferme une lunette ou un télescope dont a fait jadis usage un ancêtre amateur des sciences ; l'astronomie a été, il ne faut pas l'oublier, très populaire en France au XVIII[e] siècle. C'est ce qui fait qu'il y a quelques années nous avons eu le plaisir d'aider à le remonter, le possesseur d'un ancien télescope de Gregory, qui avait été fabriqué par le constructeur anglais Nairne, dont une machine électrique encore en usage fait vivre le nom. Cet instrument pouvait avoir coûté environ 1 200 francs.

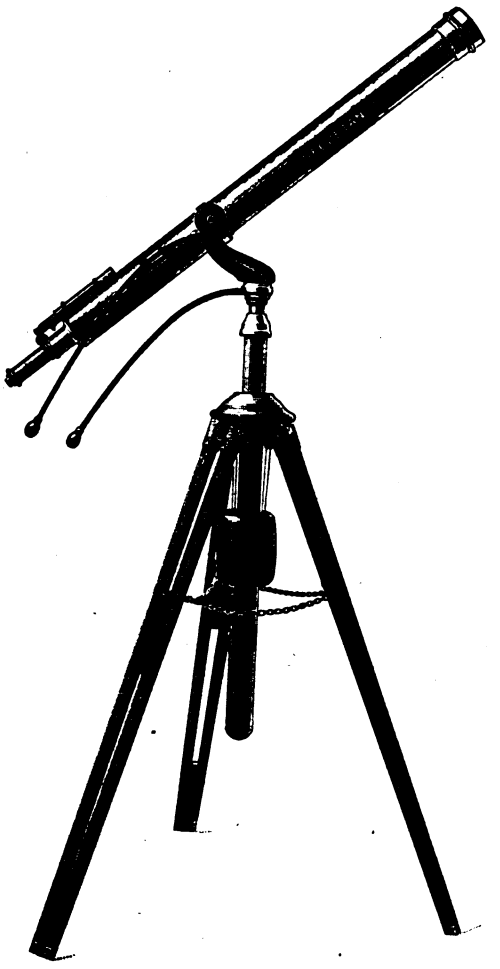


Fig. 2. — Lunette à monture altazimutale sur trépied transportable (construction et cliché des Établissements Secrétan, Paris). Les mouvements lents en ascension droite et en déclinaison sont obtenus par vis tangentes mues par commandes flexibles. La colonne d'ensemble monte et descend à la hauteur commode par contre-poids annulaire équilibré (système Ballot).

***

Et puis, il n'est pas défendu de se servir soi-même et de tâcher de fabriquer un instrument qui, pour ne revenir qu'à un prix dérisoire, n'est pas moins propre à rendre d'excellents services. C'est ce qu'a fait un amateur très distingué d'astronomie, M. Moye, professeur à la Faculté de droit de Montpellier (1).

M. Moye s'est fabriqué une lunette formée d'une lentille biconvexe de besicles, d'environ un mètre de foyer et d'une lentille biconvexe de myope de foyer aussi court qu'il l'a pu trouver. En roulant du papier noir sur un mandrin cylindrique qui n'était qu'une simple canne, il obtint un premier tube qui servit de mandrin pour en obtenir un second à l'intérieur duquel il put coulisser facilement. Les lentilles furent collées aux extrémités de ces deux tubes avec un peu de mastic de vitrier, et formèrent une lunette de Galilée grossissant environ dix fois, et qui, bien qu'elle ne soit pas achromatique, suffit pour faire voir les montagnes de la Lune, les satellites de Jupiter, etc., et qui n'a pas coûté plus de deux francs ; il est vrai que c'était avant la guerre (2).

Les lunettes montées sur un pied *altazimutal*, comme celui de la figure 2 et non *équatorial* (fig. 1, 7) obligent à agir constamment sur les deux axes (horizontal et vertical) pour suivre le déplacement de tout astre. M. Jarson a indiqué un moyen très simple et très pratique pour réduire ces deux mouvements à un seul : il suffit de laisser très libres les pivots, d'alourdir l'extrémité du tube la plus proche de l'oculaire, et d'attacher à l'autre (donc près de l'objectif) une ficelle dont on fixe l'autre bout à une planchette ou règle solidement vissées au pied ; le point

(1) M. Moye est l'auteur d'un ouvrage de vulgarisation très intéressant, intitulé : *l'Astronomie, Observations, Théorie et Vulgarisation générales*. Nous nous permettons de recommander la lecture de ce livre, qui fait partie de l'Encyclopédie publiée par la librairie Doin.

(2) Rappelons que dès la première année *la Science Moderne* a publié en supplément une série d'articles détaillés sur la construction d'une lunette d'amateur plus puissante et très économique.

Digitized by Google

d'attache de la ficelle doit être tel que l'angle formé par la planche ou barre (horizontale) et une ligne passant par ce point et le pivot ou axe autour duquel bascule la lunette dans le plan vertical, soit égal à la latitude du lieu. On oriente aussi bien que possible le long de la méridienne, c'est-à-dire du Nord au Sud, la droite passant par le point d'attache et par la colonne du pied. On vise, et dès que l'astre cherché se trouve dans le champ de l'instrument, on tend doucement la ficelle et on la fixe au point voulu, qui est un trou pratiqué dans la barre ou planchette et dans lequel on la coince par un clou ou une petite cheville. Il suffit dès lors, pour suivre l'astre, de pousser peu à peu vers le côté la lunette, qui à cause de la ficelle décrira une courbe et non une droite parallèle à l'horizon. Pour observer dans l'autre moitié du ciel, on détache la ficelle de l'extrémité portant l'objectif, et c'est près de l'oculaire qu'on l'attache.

Fig. 3. — Un modèle de télescope réduit (diamètre 125 millimètres) pour amateur, notablement moins coûteux qu'une lunette de même ouverture. Construction et cliché Secrétan, à Paris.

Mais revenons à ce que l'on peut faire sans autre secours que celui de ses yeux.

II. — A l'œil nu.

Avant toute chose, il faut apprendre à connaître les constellations ; ce n'est pas difficile, et on y arrive avec un peu d'attention. Il n'est pas rare que des gens sans instruction, des paysans et surtout des pâtres, les connaissent beaucoup mieux que les citadins ; seulement, ils les désignent par des noms qui ne sont pas ceux qu'emploient les auteurs de livres d'astronomie ; pour eux, la voie lactée est le chemin de Saint-Jacques, la Grande Ourse est le Chariot, le Baudrier d'Orion s'appelle les Trois-Rois, ou bien, en y ajoutant les étoiles qui représentent l'épée du géant céleste, ils en font le Râteau, etc.

Nous ne ferons à aucun de nos lecteurs l'injure de supposer qu'il ne sait pas s'orienter, puisque c'est une chose que, dans nos régiments, on enseigne, s'ils l'ignorent, aux jeunes gens dont on estime qu'il sera possible de faire des sous-officiers. Ils connaissent donc tous la Grande et la Petite Ourse et savent que l'étoile qui termine cette dernière constellation est la Polaire, d'où il résulte immédiatement pour eux la connaissance des quatre points cardinaux.

Nous pouvons supposer qu'ils ont tous en main un petit traité de cosmographie, ou bien l'un des *Annuaires* publiés en ces dernières années par le Bureau des Longitudes (1), il leur sera donc facile, en consultant ces documents, de distinguer les divers groupes d'étoiles formés arbitrairement par les anciens, et au bout de quelques jours, ils les connaîtront suffisamment pour n'avoir aucune difficulté à trouver un astre dont la position leur sera indiquée par les revues scientifiques. Ajoutons qu'un atlas céleste peut leur rendre de grands services, et que de tels atlas, il en a été publié, à diverses époques, dans tous les formats Nous leur recommandons.

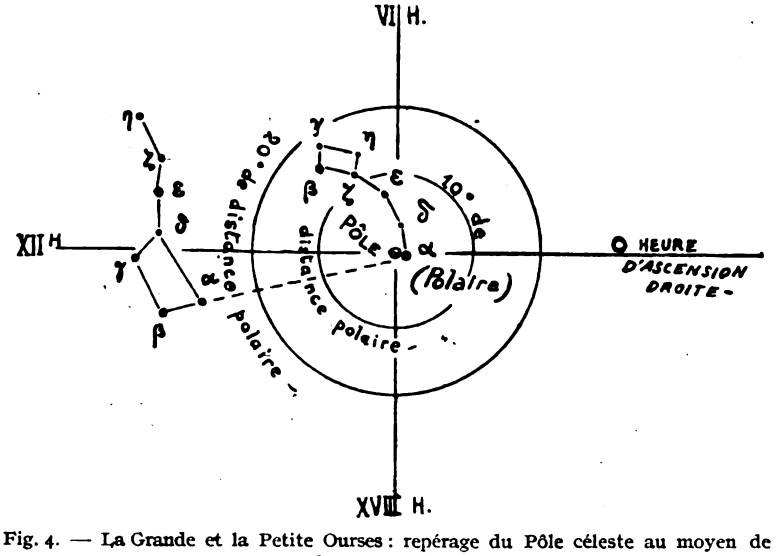


Fig. 4. — La Grande et la Petite Ourses : repérage du Pôle céleste au moyen de ces deux constellations.

(1) Les cinq cartes établies depuis plusieurs années dans cet annuaire par notre éminent collaborateur M. BIGOURDAN existent en tiré à part en noir et rouge et sont vendues à un prix modique par l'éditeur de l'Annuaire (librairie Gauthier-Villars). Indiquant les magnitudes par demi-grandeur jusqu'à la cinquième et demie, ces cartes sont très lisibles et très com-

Digitized by Google

l'édition française donnée par Fortin en 1776, ou mieux encore, celle que Lalande a publiée en 1795, de l'atlas de Flamsteed. Cet ouvrage, d'un format qui le rend très maniable, est assez facile à trouver. Celui de Dien est à indiquer aussi.

***

Le premier astre qui nous occupera est la Lune, dont les phases sont si remarquables, et, en même temps si faciles à expliquer. Si nous en avons la possibilité, nous examinerons ses plaines, fort improprement appelées mers, et ses montagnes. Nous remarquerons les sommets de quelques-unes de celles-ci, déjà éclairés tandis que leurs bases sont encore dans l'ombre, et qui se montrent comme des points lumineux isolés (v. fig. 5, à droite). Si nous sommes assez patients, nous verrons peu à peu la montagne s'éclairer complètement et se réunir au corps de l'astre. Une carte de la Lune nous facilitera ce genre d'études, et de ces cartes, il y en a de toutes dimensions.

Fig. 5 — La Lune vers le premier Quartier, vue avec un *faible* instrument (d'après une photographie obtenue par Lœwy et Puiseux). Vue à distance normale, c'est-à-dire à $0^m,26$ de l'œil, cette photographie représente un grossissement de 50 fois l'aspect que nous offre la Lune, vue à l'œil nu.

La contemplation de la surface de la Lune est pleine d'intérêt ; on n'en éprouvera pas moins à noter son mouvement au milieu des étoiles fixes. On constatera facilement qu'en un peu moins d'un mois, (vingt-sept jours huit heures environ) elle fait le tour du ciel. C'est un phénomène si facile à constatter qu'on ne doit pas manquer de le faire remarquer aux enfants. Cela les aidera à comprendre la marche analogue, mais plus lente, des planètes sur la sphère céleste, mais qui toutefois subit de temps en temps un arrêt (station) à partir duquel le mouvement change de sens (rétrogradation), enfin, après une nouvelle station, l'astre reprend sa marche de l'ouest à l'est et la courbe qu'il décrit sur la sphère céleste est très compliquée. Ce mouvement apparent résulte de la combinaison des mouvements réels de la planète et de la Terre autour du Soleil, qui se font toujours dans le même sens.

N'oublions pas que les planètes inférieures, Mercure et Vénus, ne s'éloignent jamais beaucoup du Soleil et se voient parfois en plein jour, avant le lever ou après le coucher de celui-ci. On peut, avec des moyens appropriés, constater que ces astres présentent des phases analogues à celles de la Lune.

***

Venons-en au Soleil.

modes (une pour le pôle Nord, une pour le pôle Sud, trois pour les 45° au nord et au sud de l'Equateur, sur huit heures d'AR par carte).

Digitized by Google

Il est facile de constater, par une observation que peuvent faire sans aucune difficulté tous ceux qui habitent une localité où l'horizon est bien découvert, que les points de son lever et de son coucher ne sont pas toujours les mêmes, que ces points oscillent entre deux limites qui correspondent aux jours les plus longs et les plus courts de l'année (solstices d'été et d'hiver). En même temps, si on note les constellations qui, peu après le coucher du Soleil, apparaissent au voisinage de cet astre, on ne tarde pas à les voir disparaître dans ses rayons ; quelques jours plus tard, elles se lèvent avant lui, et on constate que le Soleil a, lui aussi, un mouvement sur la sphère céleste dont il fait le tour en un an. Nous recréons ainsi l'astronomie des hommes primitifs.

Mais nous sommes en avance sur ceux-ci en ce sens que nous pouvons faire sur l'état physique de l'astre du jour des observations élémentaires dont ils étaient tout à fait incapables. Un simple verre noirci nous permettra quelquefois de constater l'existence de taches sur sa surface, et l'étude de ces taches a donné de grands résultats, et tout d'abord, elle nous a montré que le Soleil est animé d'un mouvement de rotation autour d'un de ses diamètres, mouvement dont la vitesse n'est pas la même pour toutes les zones dont se compose sa surface. Le Soleil n'est donc pas un corps solide, vérité importante que d'autres méthodes ont confirmée.

Un apothicaire allemand, Schwabe (1789-1875) a consacré à l'étude des taches solaires tous les loisirs que lui laissait l'exercice de sa profession. De ses observations, on a déduit la loi de périodicité des taches du soleil, qui est d'environ 11,5 années. Or, telle est à peu près la loi de variation des phénomènes magnétiques, si bien que, lorsque nos lignes télégraphiques ne peuvent fonctionner par suite d'une perturbation, celle-ci a son origine dans les phénomènes solaires. On conçoit l'importance de cette découverte, et il est à souhaiter que Schwabe ait de nombreux imitateurs, car nous avons encore beaucoup à apprendre à ce point de vue, et il est probable que c'est dans l'étude de ces phénomènes solaires que l'on trouvera la solution du problème de la prédiction du temps (1).

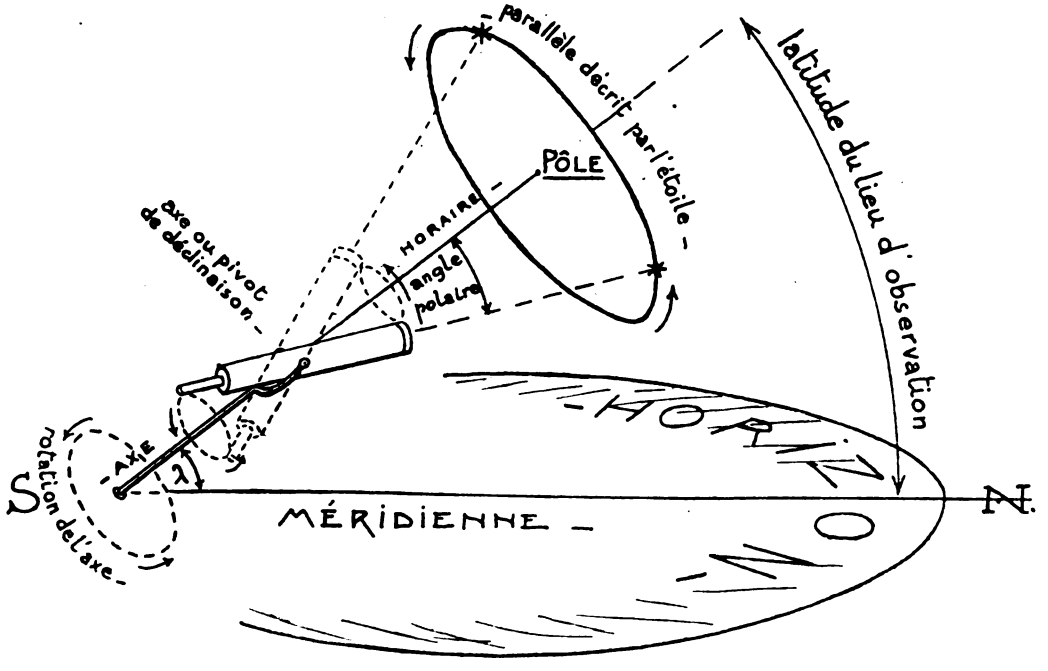


FIG. 6. — Principe de la monture équatoriale et de son mouvement suivant celui de l'astre, quelle qu'en soit la *déclinaison*, c'est-à-dire la hauteur angulaire au-dessus de l'équateur céleste (c'est donc le complément de *l'angle polaire*).

Grâce à la télégraphie sans fil, c'est maintenant la chose la plus facile du monde que de régler une horloge et de connaître l'heure avec précision. Sans cela, nous recommanderions à nos lecteurs de construire eux-mêmes, ou de faire construire par un menuisier, un triangle de bois à côtés articulés dont l'un, de grandeur invariable, serait placé verticale-

(1) Il y a en ce moment de belles taches solaires que l'on voit facilement quand le soleil, voisin de l'horizon, perd de son éclat. Néanmoins, si on fait usage d'une lunette, il ne faut pas oublier le verre noir; il y a des besicles dont les verres sont noircis.

Digitized by Google

ment ; on pourrait avec ce simple instrument, le seul dont Copernic ait jamais fait usage, mesurer la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, et savoir l'heure qu'il est au moment de l'observation. Il faudrait d'ailleurs calculer une table auxiliaire, ce qui ne suppose que des connaissances élémentaires en mathématiques.

***

Nous terminerons en citant quelques lignes de Delambre qui prouvent qu'avec de la patience, de la réflexion et de la curiosité, des hommes peu instruits, mais bien doués sont arrivés à des résultats qui leur font très grand honneur, et méritent d'être mentionnés :

« On nous dit dans son éloge (de l'astronome Delisle (1688-1768) qui fut directeur de l'observatoire de l'Hôtel de Cluny après avoir dirigé celui de Pétersbourg) qu'il *inventa* pour ainsi dire l'astronomie sphérique et la Gnomonique. Nous pouvons attester aussi que nous avons trouvé à Dunkerque un tourier (gardien de sémaphore), nommé Garcia, qui avait fait à peu près de même. Pendant un assez long temps il avait marqué sur le périmètre de la tour les points où il voyait lever et coucher le Soleil, il suivait la marche des ombres, et sans avoir lu aucun livre, il était parvenu à construire sur l'un des murs de sa cabane, au haut de la tour, un cadran solaire vertical déclinant. Il est vrai qu'il n'inventa pas la trigonométrie sphérique. Il nous demandait à être initié au calcul des éclipses. Nous avons vu depuis à Paris un meunier du Jura, qui toutes les nuits observait les levers et les couchers des étoiles ; il en faisait de même le jour pour le soleil, et de ses remarques il avait tiré une notion assez exacte de la situation de l'écliptique, qui tantôt fait avec l'horizon un angle

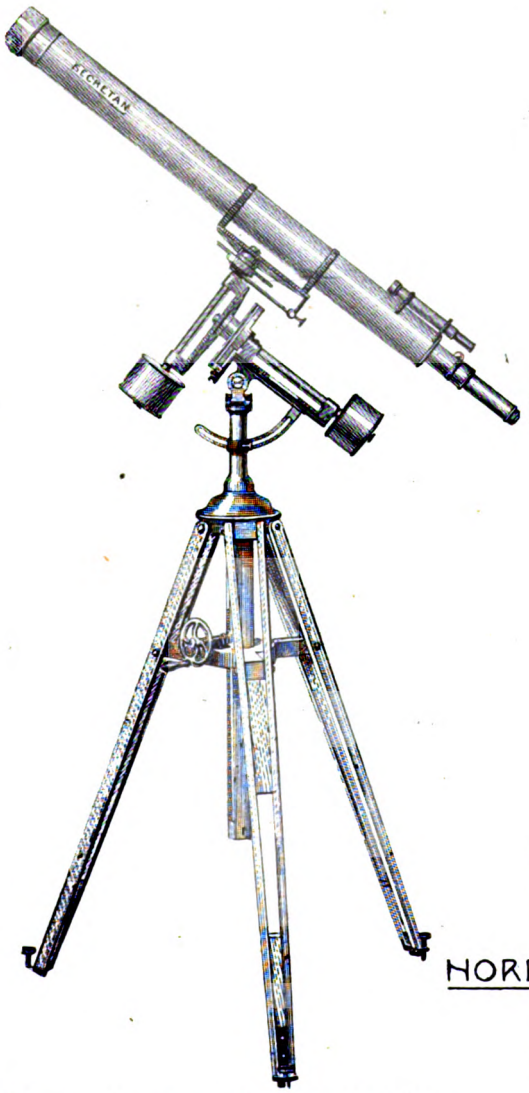


Fig. 7. — Lunette montée en équatorial (latitude variable permettant de l'installer en tous pays sans modification de construction) sur pied transportable, avec élévation générale par crémaillère et volant. Construction et cliché des Établissements Secrétan, Paris. Cette lunette peut également se monter sur pied à colonne et branches courtes, dit « de table ».

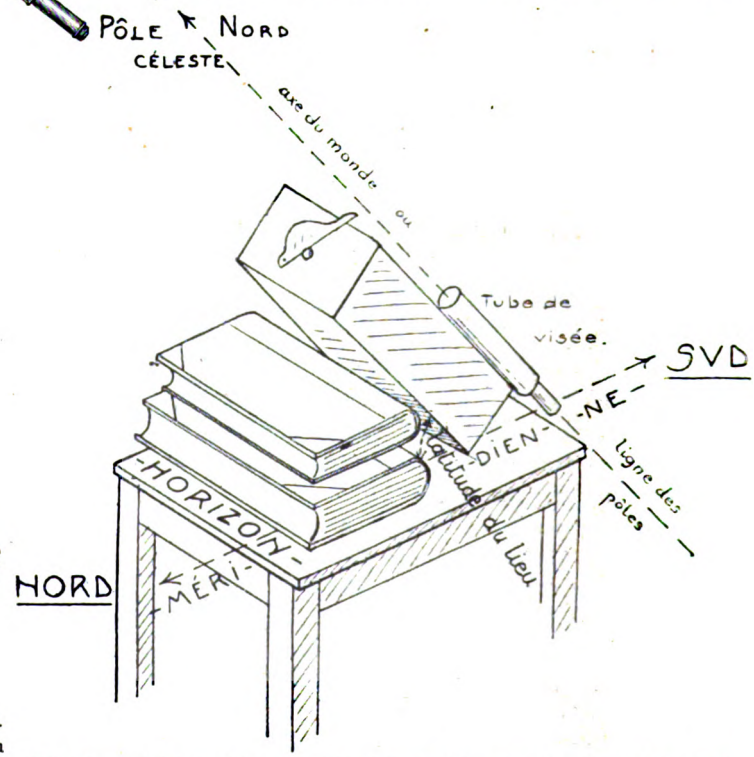


Fig. 8. — Pointage d'un appareil photographique (au besoin très simplifié et facile à faire soi-même) vers le pôle. On obtient ainsi l'enregistrement des déplacements (1 quart de circonférence pour six heures de pose) des étoiles de cette région, sous forme d'arcs de cercle concentriques, dont le centre commun est le pôle. Une photographie faite dans les mêmes conditions quelques années après et comparée à la première au moyen du stéréoscope, montre le déplacement très faible du pôle parmi les étoiles.

Digitized by Google

très aigu et tantôt un angle beaucoup plus considérable. Enfin, d'après ses idées et quelques articles d'almanach, il était arrivé à faire un planétaire mû par un mécanisme imité de l'horloge de son village. Le ministre de l'Intérieur l'avait fait venir à Paris avec sa machine ; l'Académie nous chargea de l'examiner et d'en faire un rapport. Nos conclusions étaient que ce meunier était astronome à la manière des Chaldéens, qu'il méritait une gratification, mais que sa machine, comme son astronomie, arrivait 2.000 ans trop tard et n'aurait mérité quelque attention qu'à Babylone ou à Thèbes en Égypte. On se doute bien qu'il en fut à peu près de même des premiers essais de Delisle, et qu'il n'imprima aucun des ouvrages de sa jeunesse. »

Le tourier de Dunkerque et le meunier jurassien étaient des hommes d'un vrai mérite, et on doit regretter que les circonstances ne les aient pas favorisés davantage. Nos lecteurs auraient toutefois grand tort de les prendre pour modèles. C'est dans les livres qu'ils doivent apprendre ce qui est connu depuis longtemps tout en cherchant à faire des observations personnelles qui fourniront peut-être quelque résultat utile et intéressant. Il peut leur arriver, par exemple, de découvrir quelqu'une de ces étoiles nouvelles qui depuis Hipparque et surtout depuis 1572 ont le don d'exciter au plus haut degré la curiosité humaine.

BIBLIOGRAPHIE

Le lecteur trouvera diverses indications sur l'observation à l'œil nu ou avec de faibles instruments dans l'*Annuaire astronomique Flammarion*, et en outre des conseils pour construire économiquement ceux-ci ainsi que pour faire de la photographie astronomique, dans une série d'articles parus en variétés dans la première année de la *Science Moderne* (nos de 1924). Nous indiquons également les ouvrages suivants, écrits spécialement pour les amateurs :

A. JARSON : *La photographie astronomique et les observations astronomiques à la portée de tous*, 1 broch. ill. de 52 pages, parue en articles séparés dans *Photo-Revue* (Charles Mendel, éditeur).

L. RUDAUX : *Comment étudier les astres*, 1 vol in-8 de 216 pages avec 79 figures dessinées ou photographiées par l'auteur (Masson, éditeur, 1908). Ce volume, épuisé, est remplacé par le suivant :

Manuel pratique d'Astronomie, 256 pages et 155 figures (Larousse, éditeur, 1925).

Du même auteur :

Ce qu'on voit dans le ciel, 322 pages, 187 figures et 1 planche hors texte (Garnier, éditeur, 1913). Bon guide, ainsi que le précédent, pour initier le débutant ; le premier s'occupe davantage de la partie instrumentale.

Enfin, on trouvera de nombreux articles sur l'observation d'amateur dans la collection de *l'Astronomie* (Bulletin de la *Société astronomique de France*). Signalons dans l'année 1928 une étude de M. B. Lyot, *Comment construire soi-même son observatoire* (numéro de septembre) et un article de M. Cocquelet sur le montage d'un télescope d'amateur à peu de frais (numéro d'août).

Digitized by Google

L'Amélioration des Transports par eau en France

PAR

O. JACQUINOT

Inspecteur général des Ponts et Chaussées. Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Avant d'exposer les perfectionnements à apporter à l'exploitation des voies navigables en France, nous rappellerons d'abord en quelques mots les grandes caractéristiques de leur réseau.

I. — Principaux centres de mouvement.

Le mouvement de la navigation a des centres particulièrement actifs dont l'influence est prédominante. C'est d'abord le port de Paris ; ce sont ensuite des groupes de ports situés principalement dans la région des mines ; ce sont enfin les ports de mer.

Le *port de Paris* et ses annexes de la banlieue assurent un trafic total de 17 800 000 tonnes, qui se réduit à 9 600 000 tonnes environ si on déduit le trafic intérieur et surtout les marchandises transportées à courte distance. Ces dernières comprennent principalement les sables, graviers et meulières provenant des gravières situées à l'amont de la capitale, le long de la Seine ; les déblais et gravats transportés en remblai dans ces mêmes gravières ; les gadoues et eaux-vannes ; les plâtres provenant notamment des carrières de la basse Marne et du canal de l'Ourcq. Ces transports s'effectuent avec des bateaux spéciaux et ne rentrent pas dans l'industrie ordinaire de la navigation. Après la déduction de ce trafic spécial, le trafic du port de Paris reste encore de beaucoup supérieur à celui des centres les plus importants du réseau. On voit que l'approvisionnement de Paris a joué depuis longtemps et joue encore un rôle prédominant dans le développement de la navigation en France (fig. 1).

Ce grand port donne lieu presque exclusivement à des arrivages parce que ses expéditions comprennent presque uniquement des marchandises de faible poids et de grande valeur qui sont expédiées par fer. On sait que le principal port de navigation intérieure présente le même caractère que nos ports de mer : il manque de fret de retour.

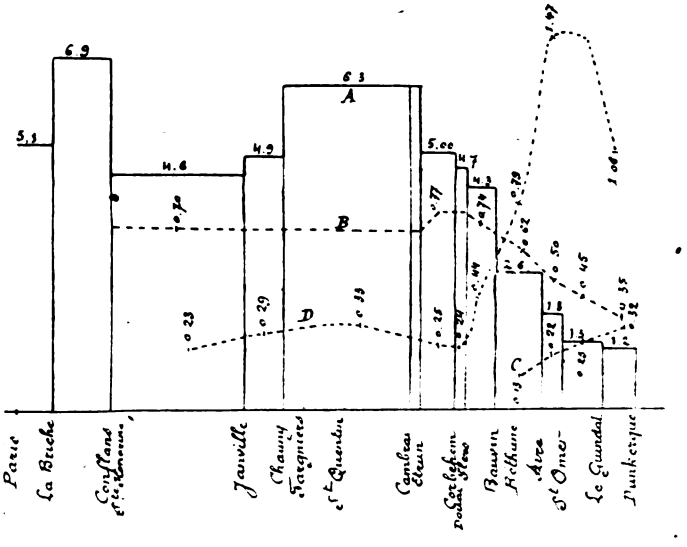


Fig. 1. — Graphique des proportions respectives des combustibles minéraux (ligne B) et des produits agricoles (ligne C) dans le trafic moyen entre Dunkerque et Paris avant la guerre (1912). A représente le trafic moyen en millions de tonnes. D, le rapport du tonnage moyen vers Dunkerque au tonnage moyen vers Paris.

La principale sphère d'activité après le port de Paris est le groupe de ports situés entre Béthune et Douai. C'est le centre d'expédition des houilles du Pas-de-Calais, il a un trafic de 5 350 000 tonnes ; c'est une des régions où le fret de retour manque le moins parce que l'industrie s'est développée dans le voisinage des mines. Viennent ensuite les groupes de ports de la région de *Lille-Roubaix* et des régions *Béthune-Denain* et *Valenciennes-Anzin*, dont chacun dessert un trafic de 1 500 000 tonnes environ. Pour le centre Lille-Roubaix, ce sont surtout des arrivages de houille ; pour celui de Valenciennes, ce sont principalement des expéditions de charbons des bassins d'Anzin. L'industrie est florissante dans ces deux régions.

Aux abords de Nancy existent deux groupes de ports importants desservant chacun 1 500 000 à 2 000 000 tonnes : l'un à l'est de *Laneuveville* et de *Nancy*, l'autre situé sur la boucle de Nancy.

Digitized by Google

Le premier groupe dessert les salines et les établissements Solvay à Varangéville ; le second dessert principalement des établissements métallurgiques. Tous les deux ont une partie de leur trafic à courte distance pour approvisionner les usines en matières premières et en calcaires de la région.

Un autre groupe important est celui du *canal du Centre*. Réparti sur toute la longueur de ce canal (116 kilomètres), il a pour fonctions principales de distribuer aux usines de la région les charbons de Montceau-Blanzy.

Un groupe de ports importants pour le réseau français existe de *Charleroi à Liège*. Il alimente la ligne de la Sambre et la Meuse en charbons belges, de même que la Sarre et la Westphalie alimentent le canal de la Marne au Rhin et ses affluents en charbons allemands.

Deux ports fluviaux, dont l'un étranger de construction récente, ont sur le réseau français une influence croissante : celui de *Gand* qui procure du trafic à l'Escaut et à la ligne Paris-Dunkerque, et le *port de Strasbourg*, qui influe surtout sur les voies de l'Est.

Comme centres secondaires, signalons ceux de *Saint-Dizier*, d'*Armentières*, de *Corbeil* et de *Reims*, dont le trafic varie de 200 000 à 400 000 tonnes.

Les *ports de mer* sont aussi des centres importants de navigation intérieure. Certains ports, Rouen en particulier, ont beaucoup progressé.

Le centre le plus actif est à Rouen. La Seine assure le transport de la plus grande partie des marchandises arrivant par mer au port de Rouen. On peut dire que la navigation intérieure contribue pour une part prépondérante à la prospérité de ce port.

Vient ensuite le port de Dunkerque, mais loin après Rouen. La navigation intérieure ne prend qu'une part secondaire au mouvement maritime, surtout pour les arrivages.

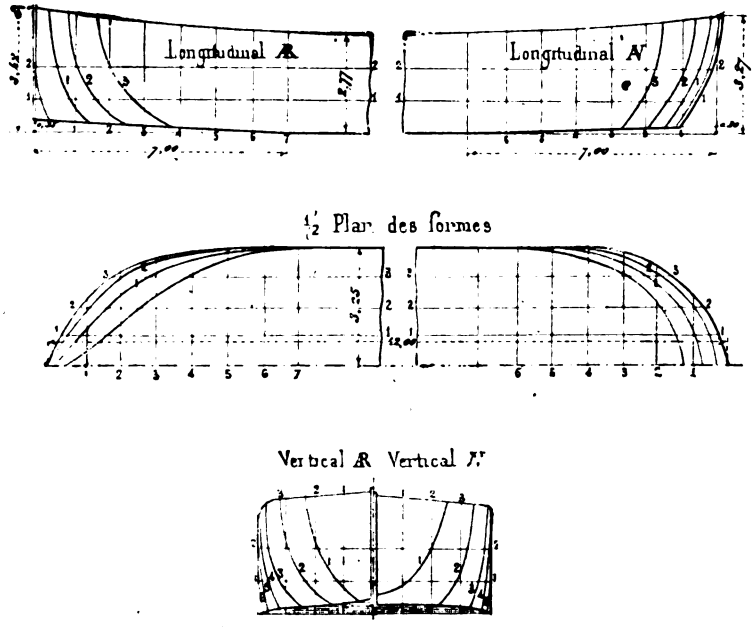


Fig. 2. — Coupes d'un chaland de la Seine jaugeant 560 tonnes.

Citons également les ports de Bordeaux et de Nantes.

Au port de Saint-Louis du Rhône, le trafic maritime est sous la dépendance du trafic fluvial qui assure son transport pour la plus grande partie, mais ce trafic est relativement peu important.

Si on compare les ports de mer français aux ports allemands au point de vue de leurs relations avec la navigation intérieure, on voit que celles-ci sont très faibles chez nous, sauf pour le port de Rouen et le port secondaire de Saint-Louis du Rhône. Le fait est d'autant plus regrettable que nos ports maritimes manquent de fret de retour et que la navigation intérieure pourrait bien leur en amener. Les mines de fer récemment découvertes en France pourront y contribuer, mais ce progrès n'est pas facile à réaliser. Un autre groupe de marchandises pourrait donner un fret de retour assez important à nos ports de mer : les matériaux de construction, ciments, pierres de taille, briques, qui sont abondants dans notre pays.

Pour les arrivages de mer, la navigation intérieure prendrait une part plus grande si les ports fluviaux avaient été construits avec des entrepôts et des magasins constituant des marchés intérieurs dépendant des grands marchés existant dans les ports de mer.

Quoi qu'il en soit, les voies navigables aboutissant dans nos ports de mer ne présentent pas, sauf la Seine, des conditions de navigabilité et de gabarit des bateaux comparables à celles des grands fleuves allemands ou des canaux de construction récente. On ne trouve pas non plus chez nous un trafic de marchandises lourdes comme dans les ports allemands.

II. — Influences des grands bateaux sur le prix du fret.

Il semble qu'en procédant à l'augmentation de la capacité des bateaux par simple allongement ou

Digitized by Google

en même temps par élargissement, on obtiendrait des transports à meilleur compte.

En faveur de leur thèse, les partisans des grands bateaux présentent des arguments de deux ordres tout à fait différents : des calculs et des résultats d'expériences.

Dépourvu des ornements dont ils l'entourent, leur calcul peut se réduire au suivant, dont l'inexactitude est flagrante. Le prix du transport par bateau comporte trois éléments, savoir : les frais d'équipage, ceux de location de la coque et ceux de traction. Les frais d'équipage sont indépendants de la capacité du bateau, le même personnel pouvant tout aussi bien conduire un bateau de 1 200 tonnes qu'un de 300 tonnes ; ce chef de dépense varie donc en raison inverse du tonnage de l'embarcation, et n'est, par conséquent, pour un bateau de 1 200 tonnes, que le quart de ce qu'il est pour nos bateaux actuels de 300.

Les frais de location, ainsi que ceux de traction, vont bien en augmentant avec la capacité, mais moins vite que celle-ci, de sorte que, rapportés à la tonne de capacité, ils sont presque inversement proportionnels à cette capacité.

L'erreur de ce calcul consiste à ne pas tenir compte des *frais pendant les arrêts*, frais qui constituent une fraction prépondérante du total, parce que les bateaux ne passent guère qu'*un tiers du temps* en travail effectif, et que les deux autres tiers sont pris par des arrêts aux ports ou par des marches à vide. On fait ainsi la même erreur que si l'on calculait les frais de transport des houilles du Nord à Paris de la façon aussi simple que fausse que voici : « Un bateau de 300 tonnes payait avant la guerre 1 franc-or par kilomètre de traction ; il était loué, coque et équipage, environ 15 francs-or par jour et parcourt d'ailleurs au moins 15 kilomètres par jour ses frais par kilomètre sont donc de 2 francs, et le prix de transport par tonne kilométrique est $\frac{2 \text{ fr.}}{300} =$ 0 fr. 0067 ; le prix de transport d'une tonne de houille de Lens à Paris, à 340 kilomètres de distance, est donc $340 \times 0{,}0067 = 2$ fr. 25. » Or, on a vu qu'en réalité il est de 5 à 6 francs, justement parce qu'au temps utile de travail efficace s'ajoute un temps double d'immobilisation, comme nous le dirons plus loin.

L'argument de similitude, tiré principalement de ce qui se fait sur le Rhin et sur quelques fleuves, surtout allemands, n'a pas plus de valeur. Il n'est pas contestable que le transport par gros bateaux sur le Rhin, sur l'Elbe et même sur le Danube, se fait à des prix beaucoup inférieurs à ceux qui sont pratiqués sur nos canaux ; dans bien des cas, la tonne kilométrique ne coûte que 0 fr. 006 à 0 fr. 008, mais ceci tient à des conditions géographiques tout à fait particulières, qui ne ressemblent en rien aux autres. Le Rhin, dont on invoque surtout l'exemple, est, dans sa partie importante comme navigation, un fleuve large, profond et presque sans courant, et il dessert, en plus, d'un côté les importants charbonnages de Westphalie et, de l'autre, les ports de premier ordre de la mer du Nord ; rien n'empêche par conséquent d'y faire passer de gros bateaux, et, en outre, ceux-ci sont assurés d'y trouver du trafic dans les deux sens.

Nous n'avons rien d'analogue en France. Le Rhône dont certains rêvent de faire le concurrent du Rhin, n'est comparativement qu'un torrent indomptable. Lyon, qui est à 337 kilomètres de la mer, est à la même altitude que Strasbourg, qui en est distant de 738 ; son altitude est de 152 mètres, tandis que celle de Cologne, à peu près également distant de la mer — par la voie navigable — n'est que 36 mètres. Ces chiffres suffisent à indiquer la profonde différence qui existe entre les deux fleuves ; comparativement au Rhône, le Rhin est un lac tranquille.

Il faut bien reconnaître, de plus, que la vallée du Rhône manque du trafic lourd qui fait le succès des voies navigables, et qu'au contraire les mines de Westphalie en sont un fournisseur inépuisable pour le Rhin.

Ces arguments par analogie manquent donc de toute valeur, et ce n'est que par une analyse complète qu'on peut se faire une idée juste sur la question de savoir quelle réduction de prix on pourrait attendre de l'agrandissement du gabarit de nos bateaux et de nos voies navigables. Or, si l'on établit le compte des frais de transport par eau pour un bateau de 300 tonnes sur le parcours entre les mines du Nord et Paris (sur les 6 185 millions de tonnes kilométriques ayant navigué en 1913 sur l'ensemble du réseau français, ces transports sont entrés pour plus de 2 100 millions, c'est-à-dire pour plus d'un tiers, de sorte que ce qui est vrai sur cette ligne pourra donc représenter également la vérité sur les autres), on obtient, après compte tenu des frais au compte de l'État (intérêt du premier établissement et entretien) (1), des frais de traction (2), enfin des frais de location des bateaux et équipages (3), le résultat suivant :

(1) Un demi-centime par tonne kilométrique, d'après A. Picard (avant-guerre ; chiffre à quintupler).

(2) 0 fr. 50 minimum, 1 franc maximum par 300 tonnes et kilomètre ; nous adoptons ce dernier chiffre, s'appliquant aux francs-or d'avant-guerre. Il convient donc de le porter au quintuple.

(3) Sur ce chapitre, on trouve des écarts incroyables ; la plupart des mariniers demandaient une quinzaine de francs par jour, mais quelques-uns, exploités d'une façon éhontée par certains affréteurs, louaient eux-mêmes et leur bateau pou-

Digitized by Google

Ces bateaux faisant trois ou quatre voyages aller et retour par an, toujours à charge en venant du Nord sur Paris, très souvent à vide en sens contraire, on s'éloignera peu de la moyenne en adoptant trois voyages à charge du Nord à Paris et un à charge et deux à vide de Paris au Nord. Un bateau transporte ainsi par an 4 × 300 = 1 200 tonnes sur les 340 kilomètres qui séparent en moyenne les houillères du Nord de Paris.

Pour les 340 kilomètres de parcours, ceci met la tonne à 8 fr. 50 pour l'État et 29 fr. 50 pour le marinier. En réalité, grâce à ce que ces derniers se laissaient exploiter par leur affréteur, ils prenaient un peu moins de 29 fr. 50 ; d'ailleurs, quelques-uns arrivaient à faire quatre voyages au lieu de trois.

Cherchons maintenant à évaluer quelles réductions on pourrait espérer d'une augmentation du tonnage des bateaux.

III. — *Réduction de fret à espérer d'une augmentation de tonnage des bateaux.*

On indique souvent comme désirable le bateau de 600 tonnes avec même tirant d'eau que la péniche actuelle, mais de plus fortes dimensions en plan.

Évidemment, les frais d'équipage ne seraient pas augmentés et, par conséquent, leur coefficient dans la dépense à la tonne kilométrique passerait de 4 cent. 4 à 2 cent. 2 ; mais que deviendraient les autres éléments?

En ce qui concerne l'État, il est bien évident que les frais d'établissement et d'entretien d'un canal à plus forte section seraient plus élevés que ceux du petit canal actuel ; d'après des études, il est vrai

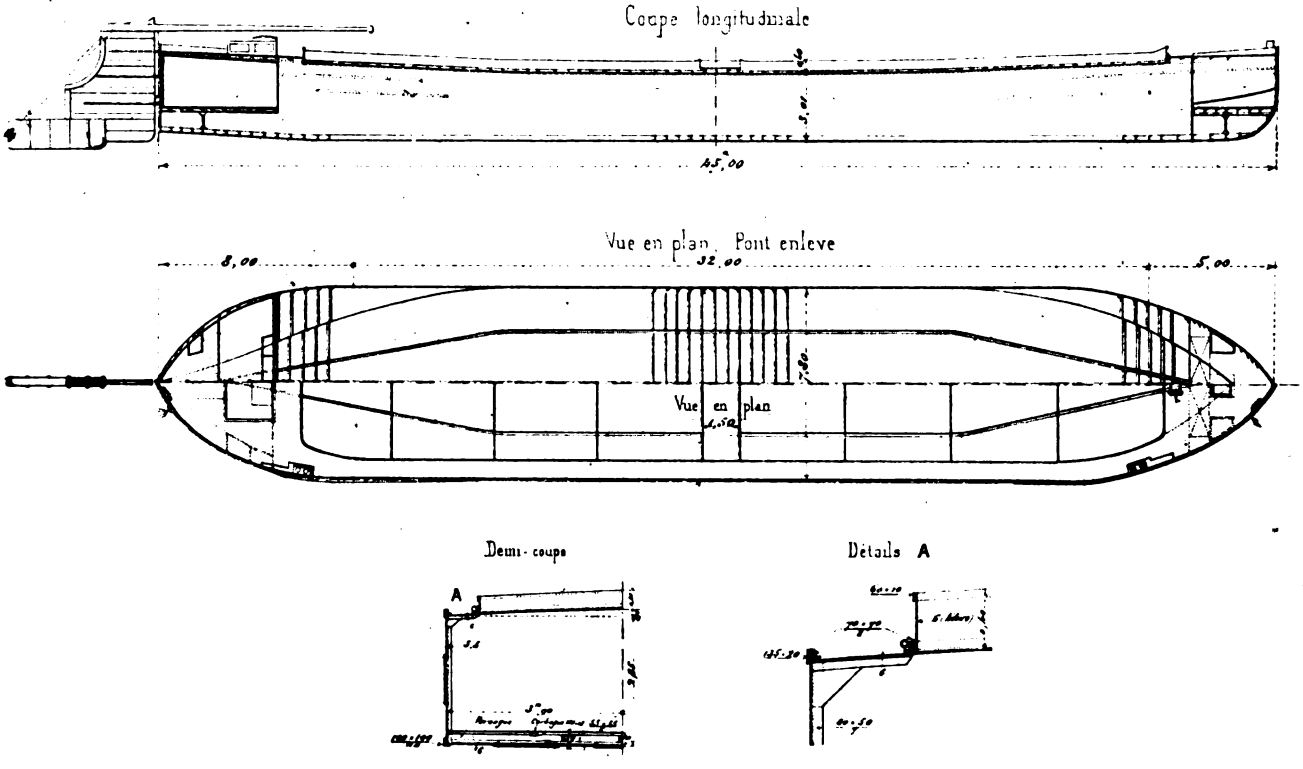


Fig. 3. — Chaland de 720 tonnes, en fer, type Lavaud.

uniquement théoriques, un canal pour bateaux de 600 tonnes, comme ceux en usage en Allemagne, reviendrait à environ 50 p. 100 plus cher que le canal du gabarit normal français. Si ce chiffre est exact, il faudrait porter à 3 cent. 75 le chiffre de 2 cent. 5 que nous avions inscrit à notre premier compte, si du moins l'emploi de bateaux plus grands n'avait pas pour effet d'augmenter le trafic de la voie.

Pour mettre les choses au mieux, nous admettrons que la part des frais de l'État ne change pas.

Comment seraient modifiés les frais correspondant à la location du bateau? Ils varient suivant la valeur de la coque, et celle-ci ne dépend pas seulement du tonnage, mais aussi des dimensions qui assurent ce tonnage. Il a été question, par exemple, de doubler la capacité des bateaux en en doublant simplement

3 000 francs et quelquefois moins par an. On pouvait considérer comme raisonnable avant-guerre un prix journalier de 5 francs pour location de bateau et de 10 francs pour frais d'équipage, soit 25 et 50 francs actuels.

Digitized by Google

la longueur ; dans ce cas, le prix de construction se trouve à peu près doublé aussi et, par suite, le prix d'établissement, ainsi que celui de location qui en dépend, sont invariables quand on les compte à la tonne de capacité.

Si, au contraire, on augmente la capacité du bateau par une augmentation simultanée de sa largeur et de sa longueur, ses frais de construction, et par suite sa valeur de location, augmenteront un peu moins vite que sa capacité. Il semble que, toutes choses avions compté pour une péniche deviendrait 1 cent. 7 pour un bateau de 600 tonnes.

Toutes autres choses égales, notre prix de 11 cent. 2 deviendrait 8 cent. 05, correspondant à une économie de 28 p. 100, soit plus d'un quart.

Seulement, ceci suppose que le bateau de 600 tonnes fera par an le même nombre de voyages que celui de 300 tonnes ; ce n'est pas sûr.

Tout d'abord, il n'est pas douteux que les chargements et surtout les déchargements seront plus

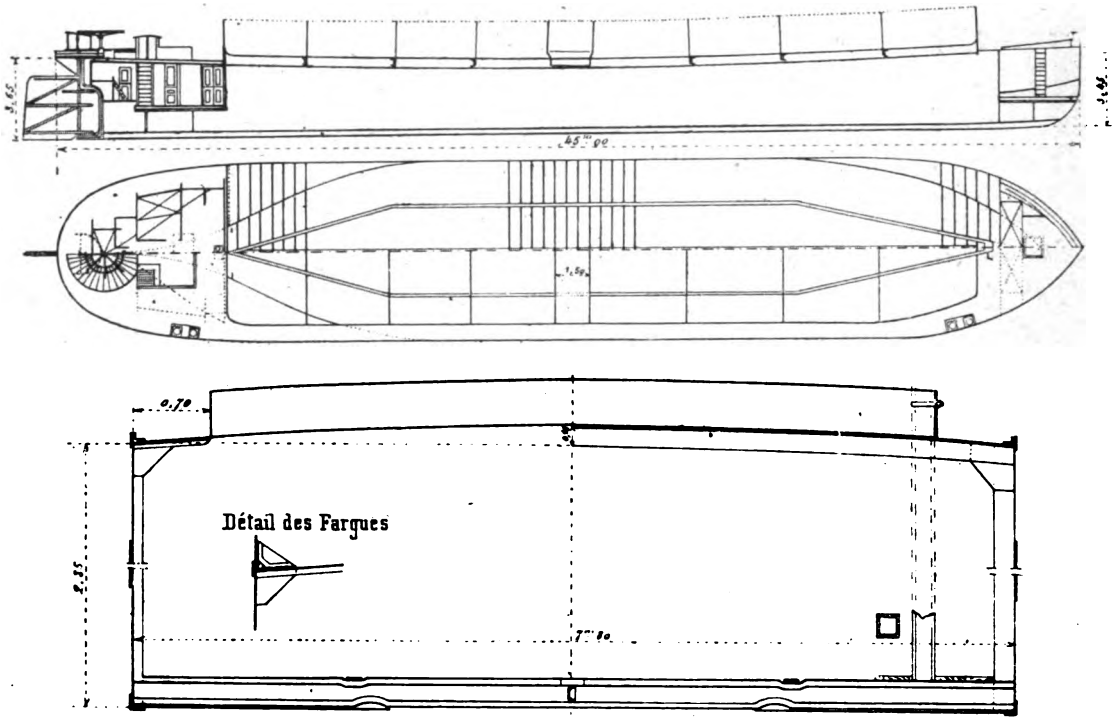


Fig. 4. — Autre chaland de Seine type Lavaud.

egales, comme choix des matériaux et soins de construction, un bateau de 600 tonnes et de 8 mètres de large ne coûte guère plus de 50 p. 100 de plus qu'un bateau de 300 tonnes à 5 mètres de large. Dans ces conditions, son prix de location ne serait que 1 cent. 65 contre celui de 2 cent. 2 compté pour une péniche.

Mais il reste à examiner les frais de traction : si l'augmentation de longueur d'un bateau n'a qu'une influence négligeable sur sa résistance à la traction, il est loin d'en être de même de l'augmentation de sa largeur ; toutes les expériences faites prouvent, au contraire, que la résistance est à peu près proportionnelle à la section du bateau et, par suite, à sa largeur, si, comme nous le supposons, son tirant d'eau ne varie pas. Comme les frais de traction sont la représentation en argent de cette résistance, il faut donc admettre que le chiffre de 2 cent. 1 que nous

longs, et il est très probable qu'il en sera de même des affrètements ; ensuite, de lourds bateaux exigeront plus de précautions en route, et leurs mariniers auront tendance à diminuer leur vitesse. Pour tous ces motifs, il paraît certain que les gros bateaux feront moins de parcours par an que les petits.

Or, ce parcours est un élément très important du prix de revient. Pour le bien montrer, supposons qu'un bateau de 300 tonnes fasse quatre voyages aller et retour par an, soit six voyages à plein et deux à vide, au lieu de trois sur lesquels nous avons basé nos calculs antérieurs.

Les frais par tonne kilométrique deviendront cette fois, en calculant comme précédemment :

État	+	bateau	+	équipage	+	traction	=	total.
2 cent. 5	+	1 cent. 45	+	2 cent. 95	+	1 cent. 95	=	8 cent. 85

On voit quelle énorme influence a la rapidité

Digitized by Google

d'évolution sur le prix de revient des transports et, comme tout porte à croire que les bateaux de 600 tonnes auraient une durée de « révolution » plus lente qu'une péniche actuelle de 300 tonnes, il est permis de dire que la réduction de prix de 28 p. 100 indiquée ci-dessus ne serait sûrement pas obtenue.

De plus, une transformation de nos canaux en vue de permettre le passage de bateaux de même section qu'aujourd'hui, mais de longueur double, permettrait d'éviter la mise à un gabarit de 8 mètres de large qui exige, en effet, une réfection complète de la voie et de tous ses ouvrages, dans la voie même, par-dessus et par-dessous. La transformation bien moins complète qu'a exigée la loi de 1879 pour permettre le passage de la péniche flamande a coûté en moyenne plus de 100 000 francs-or au kilomètre ; il faudrait cette fois compter le double, 200 000 francs-or, soit un million par kilomètre et 50 000 francs comme charge d'intérêt annuel ; même pour une circulation d'un million de tonnes, ce serait une charge à ajouter aux frais de l'État incomparablement plus grande que l'économie qu'on peut attendre de bateaux de tonnage supérieur. La transformation de nos canaux actuels en voies permettant le passage de bateaux de 8 mètres ne se justifie donc aucunement ; mais il ne semble pas en être de même d'un allongement des écluses de façon à doubler le tonnage des bateaux de section transversale aujourd'hui admise : 5 mètres sur $1^{m},80$. Cette transformation serait relativement peu coûteuse et procurerait une économie qui pourrait atteindre peut-être 20 p. 100.

Il est certain que l'emploi de gros bateaux abaissera le prix de transport, mais, d'un autre côté, le coût d'établissement de la voie navigable sera sensiblement majoré et par suite les charges de l'État pour intérêt du capital engagé et pour entretien seront considérablement augmentées aussi. Si le trafic est faible, c'est ce dernier élément qui l'emportera ; tous comptes faits, c'est le gros bateau qui sera le moins économique ; il ne semble pas qu'on puisse donner une solution générale de cette question ; chaque cas particulier doit être examiné à part. L'opinion générale qui admet qu'il suffirait d'augmenter la capacité des bateaux pour changer complètement les frais de transport par eau, semble donc assez mal fondée.

IV. — L'accélération des voyages par eau.

Il y a une autre amélioration de nos voies navigables à réaliser au plus tôt et qui aurait une répercussion sensible sur le prix des transports par eau : c'est l'accélération des voyages. Reprenons l'exemple des transports entre les houillères du Nord et Paris, où actuellement les bateaux ne font ordinairement que trois voyages aller et retour par an, et tout à fait exceptionnellement quatre.

Il n'y a cependant que 340 kilomètres de distance ; la marche en plein bief est partout supérieure à 2 kilomètres à l'heure et les mariniers travaillent de dix à quinze heures par jour ; il semblerait que le voyage ne devrait pas durer plus de dix à onze jours par aller d'un bout à l'autre et, en prenant quatre ou cinq jours à chaque bout, pour chargement et déchargement, qu'un aller et retour devrait se faire en trente à quarante jours, au plus ; on met en moyenne 360 : 3 = 120 jours !

Il y a, il est vrai, des périodes de crues, de glaces, de chômage qui condamnent les bateaux à l'immobilité, mais il n'en reste pas moins trois cents jours environ de navigation possible par an, et le bateau qui a fait trois voyages a sacrifié cent jours à chacun au lieu de trente à quarante qui semblent bien suffisants.

S'il avait pu faire le voyage en trente jours, c'est-à-dire faire dix aller et retour par an, son prix de transport aurait été autrement réduit que tout ce qu'on peut espérer de l'agrandissement des coques.

Si, tenant compte de la proportion du trafic qui existe en réalité dans les deux sens, on refait le calcul du prix de revient de la tonne kilométrique, on trouve que le prix, qui était de 0 fr. 11 pour des voyages de cent jours, tombe à 0 fr. 07 pour cinquante jours et à 0 fr. 055 pour trente jours, et, si l'on ne considère que la partie de ces prix qui intéresse le marinier, on trouve respectivement 8 cent. 5, 4 cent. 5 et 3 centimes.

Ces chiffres indiquent quel intérêt énorme il y aurait à réduire la durée des voyages.

***

La durée d'un voyage se compose de deux éléments qui ne dépendent pas des mêmes causes : le temps de marche et celui des arrêts.

La marche, sur la ligne du Nord, est généralement satisfaisante ; le halage y est organisé et fonctionne bien. Tant qu'il n'y a pas d'encombrement, un bateau fait facilement 20 kilomètres par jour, c'est-à-dire qu'il irait d'un bout à l'autre en dix-sept jours Malheureusement, les encombrements sont assez fréquents ; c'est le plus souvent de la faute des mariniers eux-mêmes, et alors on a vite fait de perdre une semaine.

Le remède est relativement facile et peu coûteux : l'État n'aurait qu'à créer une série de garages et exiger que les bateaux qui encombrent la voie s'y rendent sans délai et n'en sortent que lorsqu'ils

Digitized by Google

seraient décidés à marcher. Ce serait d'autant plus facile à faire que les encombrements se produisent presque toujours à des points bien connus et que les garages n'ont pas besoin d'avoir sur toute leur étendue le tirant d'eau normal, les bateaux vides constituant la majeure partie de ceux qui s'arrêtent et encombrent. L'État peut donc, quand il le voudra, et avec une dépense très minime, faire cesser les encombrements. Du jour où il l'aura fait, le trajet ne prendra plus guère, aller et retour, que trente à quarante jours.

L'autre cause de durée des voyages provient de la longueur des arrêts à quai pour affrètement, pour chargement et déchargement.

Il est bien difficile d'agir sur le temps employé à l'affrètement ; quand ce ne sont pas les affréteurs, ce sont les mariniers qui se figurent avoir intérêt à attendre ; c'est une question de sentiment à laquelle personne ne peut rien, pas même les intéressés. L'État a essayé, pendant la guerre, de s'occuper de cette question et a créé quelques bureaux d'affrètements. Le résultat paraît peu encourageant ; ni les mariniers, ni les commerçants n'ont l'air d'avoir confiance dans l'Administration. L'affaire serait à reprendre à nouveau, et il ne paraît pas douteux qu'elle puisse réussir, à une condition, c'est que l'État la gère commercialement, et non administrativement. Il est vrai que c'est peut-être une chose difficile à obtenir. L'État peut avoir plus d'action sur la durée du séjour des bateaux à quai, bien qu'une partie de la question lui échappe. Cette durée dépend en effet de deux éléments : le temps matériellement nécessaire aux opérations de chargement et de déchargement, et celui pendant lequel les expéditeurs ou destinataires font attendre le bateau.

Sur le premier, il y aurait beaucoup à gagner en outillant les ports, même d'une façon sommaire. C'est un fait incompréhensible que l'État, qui dépense des millions à créer des voies navigables, ne veuille pas sacrifier quelques centaines de mille francs à en outiller les ports, au moins comme font les compagnies de chemins de fer pour leurs stations de second ordre. Sauf sur quelques rares ports fluviaux, les manœuvres se font partout par les procédés les plus rudimentaires, à la main ou à la brouette. L'outillage du port de Paris, en particulier, le port le plus important de toute la France, est une véritable honte.

Chaque port de quelque importance devrait être pourvu de grues, et il faudrait, en plus, des grues sur ponton pouvant se transporter le long du canal aux points où on en aurait besoin. Il n'est pas désirable que l'État les gère lui-même, mais il lui serait facile de les faire créer soit par les Chambres de Commerce, soit par des particuliers, en leur accordant au besoin des garanties qui, le plus souvent, ne joueraient pas. Au surplus, les sommes à exposer dans ce but, capables cependant de vivifier l'exploitation des canaux, ne seraient qu'une fraction infime de celles dépensées pour leur construction. Mais le temps perdu dans les ports vient beaucoup plus encore des habitudes déplorables des expéditeurs et destinataires, habitudes passées en usage et acceptées comme réglementaires.

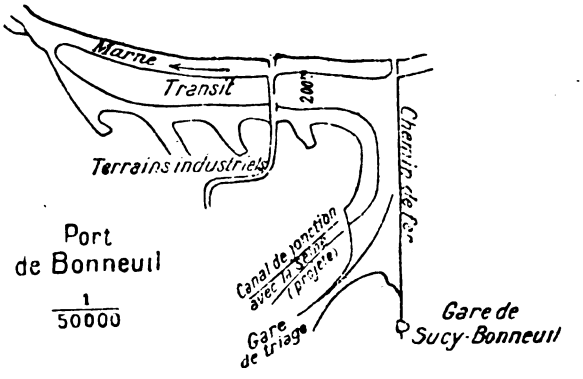


Fig. 5. — Croquis du port de Bonneuil, près Paris, en cours d'exécution.

Il est généralement admis qu'un marinier n'a rien à dire si on lui immobilise son bateau une quinzaine de jours aussi bien au chargement qu'au déchargement ; et, d'ailleurs, le marinier accepte généralement ces délais, et même de plus longs, sans protestations. De plus, beaucoup de destinataires se servent des bateaux comme de magasins, et ils s'entendent facilement avec les mariniers pour agir ainsi, moyennant une indemnité journalière souvent insignifiante.

Ce sont là des habitudes néfastes pour la navigation ; malheureusement, on ne voit guère le moyen de les faire disparaître.

L'État pourrait cependant, dès maintenant, agir au moyen de ses pouvoirs de police sur les ports, en limitant à un délai raisonnable la durée du stationnement des bateaux, et notamment de ceux qui sont chargés. Les compagnies de chemins de fer le font bien, et le public leur donne raison. Un industriel qui reçoit par fer une rame de 250 tonnes de charbon, trouve tout naturel de la décharger en deux jours ; mais si la même quantité lui arrive par eau, il mettra souvent trois semaines à vider le bateau.

Il est évidemment bien difficile de changer ces mœurs, et c'est d'autant plus regrettable que l'accélération des voyages des bateaux aurait, comme on l'a vu, une influence considérable sur le prix de revient des transports, influence supérieure à celle qu'on cherche à grand prix dans l'augmentation

Digitized by Google

de la capacité des embarcations. Dans l'état actuel des choses, avec trains et bateaux d'une charge d'environ 300 tonnes, et avec les habitudes consacrées par la pratique, et qui supposent 60 à 65 p. 100 du temps passé en état d'immobilisation du matériel, le transport par eau est aussi cher, sinon plus, que celui par fer ; l'emploi de bateaux de capacité supérieure ferait baisser le prix du transport proprement dit, mais exigerait des dépenses supplémentaires de construction et d'entretien des voies navigables qui, tout au moins, sur les voies existantes, compenseraient et au delà l'économie faite sur le transport.

***

Certaines personnes voient dans une meilleure

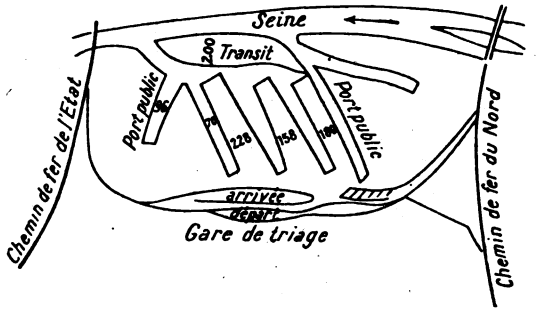


Fig. 6. — Port de Gennevilliers (en projet) échelle : 1/50.000

organisation des transports le véritable moyen de faire baisser les frais, et cet avis paraît juste.

Reprenons l'exemple des transports en charbon du Nord à Paris qui se faisaient avant la guerre à raison d'environ 1 400 francs (or) pour une péniche de 280 tonnes, se décomposant en 525 francs de frais de traction et 875 francs de frais d'équipage et de location de bateau. Ces derniers montaient à ce chiffre parce que le bateau, qui ne mettait guère qu'une quarantaine de jours à faire le trajet aller et retour, en restait une cinquantaine aux ports, soit de départ, soit d'arrivée. Ces longues attentes ne sont nullement justifiées par les chargements ou les déchargements, puisque, au départ, les mines ne mettent guère qu'un jour pour effectuer le chargement et qu'à l'arrivée, le déchargement ne prend pas plus de deux ou trois jours, même quand il se fait à bras d'hommes ; tout le reste du temps est véritablement perdu en attente.

Supposons, par comparaison, un service bien organisé, dans lequel, d'une part, les bateaux feraient régulièrement 36 kilomètres de parcours par jour et effectueraient par conséquent en vingt jours le double trajet de 350 kilomètres qui sépare Paris des houillères du Nord et, d'autre part, ne perdraient qu'une semaine au chargement et autant au déchargement ; l'aller et retour se ferait ainsi en 20 + 15 = 35 jours au lieu de 87,5 et les frais de bateau et équipage passeraient de 875 francs-or à $875 \times \frac{35}{87,5} = 350$ francs ; les frais totaux passeraient de 525 + 875 = 1 400 francs à 525 + 350 = 875 francs ; la réduction serait de 525 francs, soit $\frac{525}{1\,400} = 41$ p. 100.

On voit, par ce calcul, quelle réduction considérable du prix de fret pourrait procurer une meilleure organisation des voyages ; elle est beaucoup plus importante que celle qu'on peut espérer de l'augmentation de la capacité des bateaux et elle n'exige aucune modification des voies existantes et, par suite, aucune dépense nouvelle sur ces voies.

Il suffirait, pour obtenir ce résultat important, d'une modification dans les usages aujourd'hui tolérés dans les transports par eau, suivant lesquels expéditeurs et destinataires s'arrogent le droit de faire attendre comme bon leur semble les mariniers qui, d'ailleurs, y sont tellement habitués qu'en général ils ne protestent même pas ; il faudrait qu'au contraire les lettres de voiture spécifient bien qu'en dehors d'un certain nombre de jours affectés au chargement et au déchargement, tous les autres passés en attente seront comptés comme surestaries et payés à part, en plus du fret convenu.

Le commerce impute ordinairement la lenteur avec laquelle il opère ses manutentions sur les ports à l'incommodité de ceux-ci et à leur manque d'outillage ; il faut avouer qu'il n'a pas entièrement tort. L'État établit des voies navigables qui lui coûtent des millions par kilomètre et se désintéresse complètement des moyens de les exploiter fructueusement ; c'est à peine s'il construit quelques bassins pouvant servir de ports et de vagues terre-pleins autour ; mais jamais il n'y installe le moindre outillage ; quand un canal est livré à la navigation, il l'est dans l'état d'un chemin de fer avant la construction de ses gares ; personne n'a jamais songé à ouvrir un chemin de fer dans ces conditions ; il n'aurait aucune clientèle. Il faudrait, au contraire, installer des ports commodes dans toutes les agglomérations importantes, les relier aux principales voies voisines tant de terre que de fer, les pourvoir d'un outillage approprié, et même leur donner un chef de port remplissant des fonctions analogues à celles d'un chef de gare. Une institution de ce genre existe d'ailleurs déjà, bien que limitée à certains trafics : c'est celle des gardes-ports dans le bassin de Paris ; elle rend des services très appréciés par les marchands de bois ; rien n'empêche de la développer et de la perfectionner ; il n'y a rien à inventer ; il n'y a qu'à approprier aux transports par eau les fonctions

Digitized by Google

que remplissent les chefs de gare dans les transports par fer. Cette organisation des ports pourrait avoir l'influence la plus heureuse sur le développement de notre navigation intérieure ; elle a une importance qui égale et même qui dépasse celle des deux améliorations dont on parle le plus : l'installation du halage mécanique et l'augmentation de la capacité des bateaux ; c'est par sa réalisation qu'on devrait commencer.

Il faut bien avouer que, lorsqu'on parle de navigation intérieure et des améliorations qui y seraient désirables, on ne sait jamais par qui elles pourront être entreprises ; ce mode de transport a toujours manqué, de la façon la plus absolue, de l'organisation qui fait le succès de la navigation maritime, et surtout des compagnies de chemins de fer. Ces dernières, en particulier, forment un bloc d'une cohérence parfaite ; la voie, le véhicule, la traction n'y constituent que des branches parfaitement reliées à une direction unique qui les dirige vers un but commun et maintient entre elles l'entente et l'harmonie indispensables.

La navigation intérieure dépend de facteurs qui ne s'entendent pas et ne se connaissent même pas.

L'État ne se préoccupe que de la voie ; c'est à peine s'il use de ses pouvoirs de police en ce qui regarde l'exploitation ; tant qu'un batelier ne gêne pas outrageusement ses voisins, il peut faire absolument ce qu'il veut.

Il en est presque partout de même des haleurs ; cependant, depuis quelques années, et sur certaines voies très fréquentées, il a bien fallu que l'État intervienne et fasse cesser un désordre qui risquait de tout compromettre. Sur certaines voies du Nord, l'État s'est décidé à monopoliser le halage en le mettant en adjudication ; l'opération s'est d'ailleurs faite sans rigueur, sans oser aller au monopole absolu, en laissant à n'importe qui le droit de haler les bateaux en gênant le service de la compagnie de halage ; on a voulu maintenir ainsi les riverains, haleurs à longs jours, qui présentent l'avantage de suppléer de temps en temps à l'insuffisance numérique des haleurs de profession. On a voulu aussi respecter les droits des bateliers possesseurs de leurs propres chevaux de halage. Mais ce respect de la liberté de quelques-uns cause une gêne considérable à tous ; sur nos canaux, le trématage en plein bief est difficile, sinon impossible, et tous les bateaux sont obligés en fait de régler leur vitesse sur celui qui va le moins vite ; peu importe que la compagnie de halage ait de bons chevaux, il suffit qu'ils trouvent devant eux un marinier ou un haleur à longs jours muni d'un mauvais attelage pour qu'ils ne puissent plus avancer.

Mais c'est surtout dans les ports que le manque d'organisation produit les effets les plus déplorables.

L'outillage y fait généralement défaut de la façon la plus absolue ; la majeure partie des marchandises transportées par eau continue à être manutentionnée à bras, par conséquent à un prix très élevé et avec une lenteur excessive.

Quand un bateau arrive, l'expéditeur ou le destinataire ne sont jamais prêts, et le marinier n'a qu'à attendre leur bon vouloir. L'État n'intervient jamais, bien qu'il ait édicté des règlements pour limiter les stationnements des bateaux dans les ports ; on surprendrait beaucoup un garde-port si on allait lui demander de faire respecter ces règlements ; jamais lui ni aucun de ses prédécesseurs n'a eu idée de le faire.

D'ailleurs, si le marinier se fâche de ce qu'on ne s'occupe pas de lui et porte sa plainte devant un tribunal, il est à peu près sûr de perdre son procès ; on lui oppose la coutume que le marinier doit attendre.

On avait pu espérer, pendant la guerre, que les choses changeraient, que l'État, qui avait mis entièrement la main sur la navigation, dont il avait d'ailleurs un besoin pressant, qui avait institué tout un service d'exploitation, arriverait à apporter un peu d'ordre, et qu'il en subsisterait quelque chose quand la navigation reprendrait son cours normal. Les faits n'ont pas répondu à cette espérance ; les conditions de la navigation en 1920 ne sont pas meilleures que celles de 1914.

Le libre exercice de l'initiative individuelle n'est pas arrivé à faire rendre à la navigation les services qu'on peut en attendre ; l'intervention de l'administration a échoué de son côté ; il appartient au législateur de prendre en main la question et de la faire aboutir ; le Code de commerce est en ce moment insuffisant en ce qui concerne les transports par eau ; il faut le compléter. Il faut fixer de façon claire et précise les droits et les devoirs de chacune des personnes qui interviennent : des commissionnaires et affréteurs, des assureurs, des haleurs, des conducteurs et propriétaires de bateaux, des expéditeurs et des destinataires ; il faut notamment que la convention d'affrètement et la lettre de voiture soient débarrassées des ambiguïtés et des obscurités qu'on y trouve trop souvent aujourd'hui, pour devenir des documents déterminant avec la précision la plus complète tous les détails du transport. C'est d'autant plus nécessaire que le batelier est généralement peu instruit, et le plus souvent même illettré ; pour qu'elle soit bien exécutée, toute convention avec lui doit être simple et claire.

Digitized by Google

Quelques types modernes de torsiographes

PAR

GUY MALGORN

Lieutenant de vaisseau.

On s'est beaucoup préoccupé tous ces derniers temps des oscillations torsionnelles dans les lignes d'arbre des installations importantes. Ces petits efforts périodiques, de grandeur presque inappréciable, se traduisent par des fatigues qui peuvent amener la rupture totale de l'arbre. De nombreuses avaries plus ou moins graves constatées, en particulier, sur les installations de turbines à engrenages, ont été attribuées à cette cause ; jusqu'à présent, les installations à moteurs Diesel semblent à l'abri de ces avaries, mais il est indéniable que chaque moteur possède une vitesse critique pour laquelle la résonance a des chances de se produire et pour laquelle les oscillations torsionnelles deviennent excessives.

Il est, fort heureusement, relativement facile de calculer ces vitesses avec une précision suffisante, mais on a intérêt à contrôler ces calculs par des observations directes et plusieurs instruments ont été imaginés dans ce but ; on les appelle des *torsiographes* ou des *vibrographes* pour les distinguer des torsiomètres, ou indicateurs destinés à mesurer la puissance d'après la torsion de la ligne d'arbre.

Parmi les torsiographes les plus connus, citons le torsiographe Frahm et le torsiographe Geiger ; bien que fonctionnant suivant des principes entièrement différents, ces deux instruments permettent l'observation d'oscillations torsionnelles d'amplitude extrêmement petite.

Le torsiographe Frahm enregistre les déviations torsionnelles entre deux sections de la ligne d'arbre distantes d'une quarantaine de centimètres. L'appareil enregistreur tourne avec l'arbre et est porté par un manchon fendu qui s'ajuste sur l'arbre et lui est fixé à une des extrémités au moyen d'une bague métallique étroite. L'autre extrémité du manchon porte légèrement sur l'arbre au moyen de goujons vissés dans le manchon. A l'extrémité libre du manchon un léger disque fendu est fixé sur l'arbre et la distance entre ce disque et la bague de fixation du manchon représente la longueur de l'arbre en cours d'observation. Un petit miroir est monté sur l'extrémité libre du manchon et peut tourner autour d'un axe radial. Ce miroir est connecté au disque par une petite menotte, de sorte que toute modification dans les positions relatives du manchon et du disque entraîne une déviation correspondante du miroir. L'enregistrement se fait sur une bande de papier sensible, la source lumineuse étant constituée par une petite lampe électrique située dans une boîte placée immédiatement en avant de l'enregistreur. Un faisceau de lumière tombe par une fente étroite sur le premier miroir, ainsi que sur un second miroir fixe employé en même temps que le dispositif indicateur de vitesse que nous allons décrire plus loin. Le faisceau du premier miroir est réfléchi sur la paroi avant de l'enregistreur qui possède une fente étroite perpendiculaire à celle de la boîte contenant la lampe, de sorte qu'à tout instant seul un petit point lumineux tombe sur le papier sensible. Comme ce papier se déplace constamment, une ligne y est tracée qui en chaque point mesure la torsion produite sur la longueur de l'arbre en cours d'observation.

Le mécanisme d'entraînement de l'enregistreur consiste en un anneau denté fixé à l'extrémité du manchon la plus éloignée des miroirs et tournant avec lui. Cet anneau entraîne un ensemble de roues qui, à leur tour, entraînent une bague montée folle sur le manchon, à une vitesse légèrement différente de celle de l'arbre ; c'est cette bague montée folle qui entraîne l'enregistreur.

Vers le milieu du manchon une bague collectrice est fixée de façon à permettre l'alimentation en courant de la lampe et du dispositif indicateur de temps. L'élément temps est enregistré à une extrémité de la bande de papier sensible par le faisceau lumineux réfléchi sur le miroir fixe dont nous avons parlé précédemment. Avant de tomber sur le papier, ce faisceau passe à travers un petit prisme en verre maintenu en état de vibration continue par un dispositif à trembleur électrique de période connue, de sorte que ce faisceau trace une ligne régulière sinusoïdale. Les bagues collectrices portent une petite encoche en un point déterminé, de sorte qu'il se produit une légère coupure dans l'enregistrement à chaque tour de l'arbre, ce qui permet de déterminer très exactement la vitesse de rotation.

A l'aide de cet instrument, en construisant les parties mobiles aussi petites et aussi légères que

Digitized by Google

possible, on a obtenu un très haut degré de sensibilité et l'on a pu enregistrer de façon précise des vibrations d'une fréquence de 3 000 par minute avec un agrandissement de la déviation réelle d'environ 70.

***

Le torsiographe Geiger fonctionne sur un principe tout à fait différent et enregistre les variations de vitesse angulaire en tout point de l'arbre manivelle ou de l'arbre porte-hélice. Contrairement au torsiographe Frahm, il n'est point besoin d'avoir une longueur d'arbre libre pour la fixation du dispositif ; il suffit en effet d'une étroite courroie en toile fixée sur une pièce tournante pour entraîner le torsiographe Geiger. Quant à l'appareil lui-même, il est des plus simples et consiste en une boîte légère cylindrique montée sur un axe et renfermant un petit volant lourd qu'elle entraîne par deux ressorts en spirale. La boîte extérieure est entraînée par l'arbre du moteur et est si légère qu'elle suit chaque variation cyclique de vitesse, si faible soit-elle. Les ressorts transmettent ensuite les mouvements de rotation au volant qui, par suite de son moment d'inertie élevé n'est pas sensiblement affecté par de faibles modifications de la force d'entraînement, et son mouvement de rotation se poursuit uniformément pour une vitesse constante du moteur. Lorsque le moteur tourne à une vitesse déterminée, toute légère variation cyclique ou vibratoire dans le mouvement de rotation entraîne une modification correspondante des positions relatives de la boîte et du volant ; au moyen d'un système de leviers légers, un déplacement latéral correspondant est donné à un petit goujon passant par le centre de l'axe.

Ce déplacement est enregistré sur une bande de papier mobile dans un instrument séparé entraîné par un mouvement d'horlogerie à une vitesse constante. L'enregistreur a été spécialement construit pour ce genre de fonctionnement et peut être entraîné à des vitesses diverses appropriées et réglé pour donner un agrandissement plus ou moins grand de la déviation enregistrée. L'élément temps est enregistré par un oscillateur électromagnétique fonctionnant en même temps qu'un contact manœuvré par une partie mobile appropriée du moteur ; de la sorte, la vitesse du moteur et la position ou la période de chaque point sur la bande de papier peuvent être rapidement déterminées.

Plusieurs enregistreurs peuvent être manœuvrés par le même contact et l'on peut observer les conséquences des impulsions et vibrations en différents points de la ligne d'arbre.

Cet appareil permet l'enregistrement des vibrations ayant une fréquence de 10 000 périodes par minute, et l'enregistrement peut être réglé pour donner une lecture agrandissant jusqu'à vingt-quatre fois les déplacements réels.

Ces appareils pourront sans aucun doute être perfectionnés, mais même dans leur forme actuelle, ils constituent un moyen des plus pratiques pour détecter et observer les faibles vibrations de résonance qui ont constitué pendant si longtemps une source d'ennuis pour les constructeurs de moteurs.

Digitized by Google

Le Démarrage des Moteurs d'avion

PAR

le capitaine BERTRAND

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Aux débuts de l'aviation, lorsque la puissance des moteurs ne dépassait guère une centaine de chevaux, le démarrage du moteur se faisait à la main. Qui ne se souvient d'avoir éprouvé une sensation de malaise lorsque le mécanicien se plaçait face à l'hélice et l'empoignait à pleines mains pour la mettre en marche. Un petit sursaut, une bonne impulsion et le moteur démarrait en vrombissant pendant que le « mécano » se sauvait en toute hâte... Parfois le départ ne se faisait pas... ou un retour malencontreux fauchait les doigts du mécano... si un départ trop brutal ne le blessait plus sérieusement.

En cas d'atterrissage imprévu, la manœuvre était plus délicate encore, et impossible pour les avions monoplaces ; impossible aussi la remise en marche en plein vol.

A mesure que l'aviation s'est développée et que les moteurs sont devenus plus puissants, le démarrage à la main s'est avéré trop dangereux et même impossible.

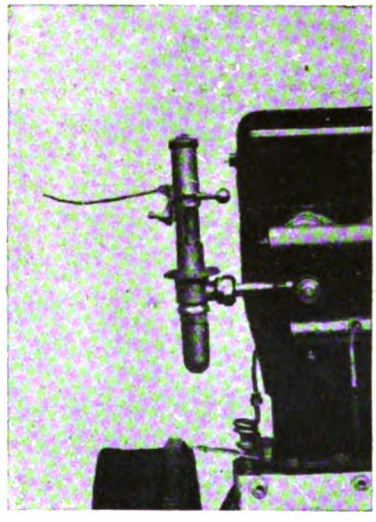


Fig. 1. — Démarreur Farman type C monté sur moteur de bateau.

De nombreux procédés ont été étudiés et mis au point pour permettre en tout temps au pilote de mettre son ou ses moteurs en marche sans quitter sa carlingue, ou tout au moins sans exposer son mécanicien à un danger certain.

Le démarreur est actuellement obligatoire sur tous les avions français ; il en est de types très divers, basés sur des principes très différents ; tous s'efforcent de remplir les conditions suivantes, plus ou moins contradictoires, mais bien explicables : légèreté, sûreté de fonctionnement même pour le premier démarrage par temps froid, prix d'achat et consommation peu élevés...

Nous allons étudier les divers procédés de démarrage en les groupant en trois catégories :

Démarrage par injection d'essence et impulsion sur un ou plusieurs pistons ;

Démarrage par explosion de mélanges détonants dans un ou plusieurs cylindres ;

Démarrage par moteur auxiliaire.

1. — Démarrage par injection d'essence et impulsion sur un ou plusieurs pistons.

L'injection d'essence dans les cylindres a pour but d'y former dès le début un mélange gazeux assez riche en essence pour exploser facilement sous l'effet de l'étincelle. On aspire de l'essence dans le réservoir avec une pompe à main et on la refoule dans les cylindres par l'intermédiaire d'ajutages spécialement construits qui la pulvérisent. On peut aussi prévoir un dispositif d'injection d'essence dans les canalisations d'admission pour faciliter le départ par temps froid. Citons parmi les dispositifs d'injection les plus employés les *atomiseurs Malivert*.

On brasse ensuite le moteur en tournant l'hélice à la main, l'allumage coupé, et on amène l'hélice en face d'un repère de façon qu'un cylindre donné soit en début de détente.

On rétablit alors le contact d'allumage et on donne au piston de ce cylindre une brusque impulsion soit en y admettant les gaz provenant de l'explosion d'une cartouche (*démarreur Farman type C*), ou d'une bouteille de gaz carbonique comprimé (*démarreur Venon*), ou tout simplement d'une bouteille d'air comprimé.

Dans la plupart des cas, on facilite le départ en manœuvrant une magnéto de départ à main qui fournit aux cylindres des étincelles chaudes en attendant que la ou les magnétos normales aient pris une vitesse suffisante.

Les dispositifs à bouteilles de gaz carbonique ou d'air comprimé ne pèsent pas plus de 6 à 7 kilogrammes pour un moteur de 300 CV et permettent

Digitized by Google

une dizaine de démarrages. Le démarreur Farman C (fig. 1) est encore plus léger puisqu'il ne comporte qu'une culasse analogue à celle des fusils Lebel où on fait exploser la cartouche, et il permet autant de démarrages que de cartouches emportées.

Le démarreur *Luchard-Letombe* permet d'éviter la manœuvre de l'hélice à la main. On injecte de l'essence dans les cylindres puis on envoie de l'air de 300 CV et permet 30 démarrages par bouteille d'air comprimé.

L'injection d'essence dans les cylindres, qui est indispensable pour tous ces démarreurs, a l'inconvénient de dissoudre l'huile des segments et de détruire leur étanchéité. On est parfois obligé, après plusieurs essais infructueux de démarrage, d'y remédier en injectant de l'huile dans les cylindres et en brassant avec l'hélice, contact coupé.

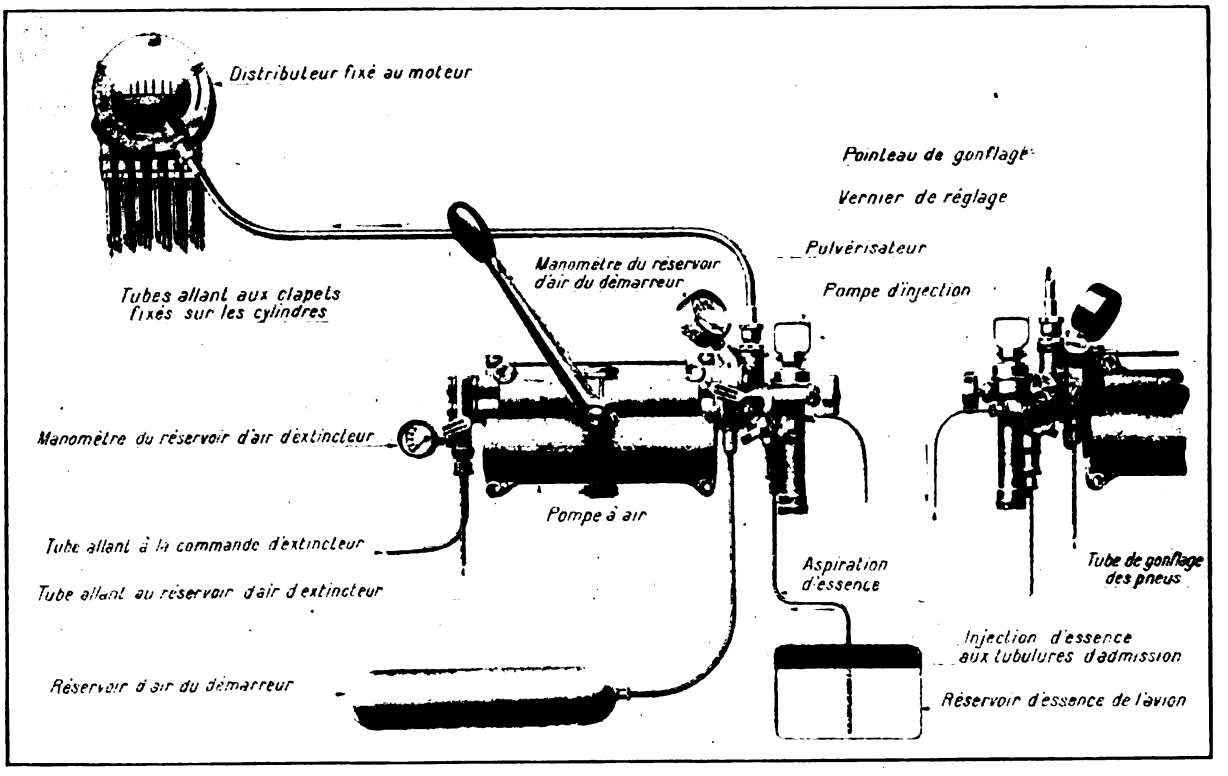


Fig. 2. — Schéma général d'installation du démarreur type 120 (P. Viet constructeur.)

comprimé non pas sur un seul piston, mais successivement sur tous à mesure qu'ils passent par la position du début de la détente. L'air comprimé assure ainsi à lui seul pendant quelque temps la rotation du moteur. On facilite le départ en actionnant une magnéto de départ à main.

L'air comprimé provient d'une bouteille et est dirigé sur les cylindres convenables à l'aide d'un *distributeur*. C'est une pièce circulaire tournant à demi-vitesse du moteur et percée d'une lumière par où arrive l'air comprimé. Elle s'appuie sur une pièce fixe polie portant autant de lumières qu'il y a de cylindres. Ces lumières sont disposées en cercle et se trouvent successivement en face de la lumière mobile du distributeur ; l'air comprimé les traverse à ce moment et se rend par une tubulure dans le cylindre correspondant qui, grâce aux dispositions prises, se trouve au début de détente.

Ce dispositif pèse 12 kilogrammes pour un moteur

II. — *Démarrage par explosion de mélanges détonants dans un ou plusieurs cylindres.*

Lorsqu'on arrête un moteur, après l'avoir laissé tourner, certains cylindres sont remplis de mélange carburé ; un ou plusieurs d'entre eux sont dans la position de fin de compression ou de début de détente. Si l'on fait jaillir une étincelle dans un cylindre en début de détente, avec une magnéto de départ à main ou une bobine d'induction, l'explosion se produira, le mouvement de rotation sera amorcé et se continuera de lui-même. Malheureusement, par suite de l'étanchéité incomplète des segments, la compression ne se maintient que pendant trop peu de temps et l'essence se sépare à la longue en gouttelettes, ce qui fait que ce mode de lancement

Digitized by Google

n'est applicable que pendant un temps très court après l'arrêt du moteur.

On emploie encore actuellement un procédé de lancement qui consiste à brasser le moteur en tournant l'hélice à la main, l'allumage étant coupé. On remplit ainsi certains cylindres de mélange carburé et on peut effectuer le départ avec une magnéto de départ comme dans le cas précédent. Mais ce procédé ne réussit pas toujours du premier coup et est peu sûr si l'usure des segments n'assure qu'une étanchéité médiocre.

On démarre cependant très souvent les moteurs par un procédé basé sur ce principe et qui consiste à remplir le ou les cylindres en début de détente d'un mélange gazeux détonant sous pression et à y faire jaillir l'étincelle chaude d'une magnéto de départ ou d'une bobine d'induction. L'explosion amorce le mouvement de rotation qui se continue ensuite de lui-même.

Ce mélange gazeux n'est pas forcément un mélange d'air et de vapeur d'essence ; ce peut être un mélange d'air et d'acétylène comme dans le démarreur *Viet-Schneebeli*.

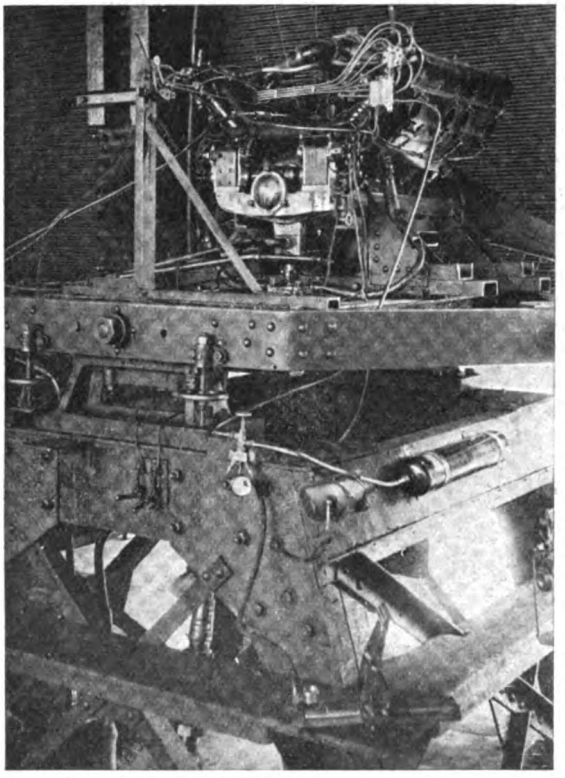


Fig. 3. — Démarreur Saintin sur Hispano 300 CV.

Dans tous les cas le mélange détonant est élaboré indépendamment du moteur à démarrer, généralement au moyen d'une pompe à main, et il est dirigé vers le ou les cylindres en début de détente au moyen d'un *distributeur* analogue à celui que nous avons décrit précédemment.

Voici quelques détails sur les divers démarreurs de ce type.

DÉMARREUR VIET-SCHNEEBELI. — Le mélange détonant est constitué par de l'air et de l'acétylène ; aucune condensation n'est donc à craindre par temps froid. Ce mélange est élaboré au moyen d'une pompe à main à deux cylindres : l'un aspirant l'air extérieur et l'autre de l'acétylène provenant d'une bouteille et détendu à la pression atmosphérique dans une poche de tissu caoutchouté.

Pour faciliter le départ, on injecte de l'essence dans tous les cylindres ; ce procédé n'est donc pas exempt du dégommage des segments signalé plus haut.

Le poids est de 13 kilogrammes, chaque bouteille d'acétylène peut fournir 30 à 50 démarrages.

DÉMARREUR VIET (fig. 2). — Le mélange détonant est constitué par de l'air et de la vapeur d'essence ; c'est un mélange carburé identique à celui qui est aspiré par le moteur en marche. On l'élabore à l'aide d'une pompe à main à deux cylindres accolés : un à haute pression qui débite dans un pulvérisateur d'essence et un à basse pression qui fournit le mélange carburé en proportions convenables et le dirige sur le distributeur.

On fait au préalable une injection d'essence dans tous les cylindres.

Le poids est de 8 kilogrammes, le nombre de démarrages illimité.

DÉMARREUR HERZMARK. — Le principe est analogue, mais on remplit de mélange carburé un cylindre en cours de détente et un en cours de compression ; l'air provient soit d'une bouteille, soit d'une pompe à main.

Le poids est de 9 kilogrammes avec une bouteille, le nombre de démarrages 50 par bouteille.

DÉMARREUR SAINTIN (fig. 3). — On comprime de l'air dans une bouteille avec une pompe à main. L'air provenant de cette bouteille est envoyé par un robinet « coup de poing » dans un carburateur spécial qui fournit un mélange carburé sous pression convenablement dosé.

MOTEUR-DÉMARREUR GNOME ET RHONE. — Il est basé sur un principe un peu différent, mais doit toutefois se rattacher aux démarreurs de ce type.

Un petit moteur auxiliaire monocylindrique à deux temps actionne un compresseur d'air. Ce compresseur aspire en même temps que l'air de l'essence pulvérisée provenant de la cuve du carburateur du moteur auxiliaire, comprime ce mélange carburé à 5 kilogrammes et l'envoie à un distributeur solidaire du moteur de l'avion. Sous l'effet de cet air carburé sous pression, le moteur se met

Digitized by Google

en marche et la magnéto du moteur auxiliaire elle-même fournit une étincelle chaude dans un cylindre du moteur principal, ce qui détermine la mise en marche.

Ce procédé rend inutile toute injection d'essence dans les cylindres. Le moteur auxiliaire peut servir à divers autres usages, en particulier à actionner la génératrice de T. S. F. de l'avion.

III. — Démarrage par moteur auxiliaire.

Un moteur auxiliaire entraîne directement l'arbre du moteur à démarrer. Ce moteur auxiliaire peut être électrique, à explosion, ou plus ou moins rudimentaire. Un dispositif spécial le fait engrener avec le moteur de l'avion pour le démarrage et le libère dès que le départ est obtenu.

Nous citerons les plus employés :

DÉMARREUR ODIER (fig. 4). — C'est un appareil constitué essentiellement par une poulie supportée par des arcs-boutants. Sur la gorge de la poulie passe un câble fixé par une extrémité à un *sandow* et par l'autre à un dispositif de tension du sandow actionné par une bouteille de gaz carbonique comprimé, ou par une manivelle. Le démarreur appuyé sur le sol est placé face à l'avion et le moyeu de la poulie muni d'ergots est engagé dans une griffe à dents de loup fixée sur le moyeu de l'hélice. Un levier permet de libérer l'extrémité du câble opposée au sandow, ce qui imprime à la poulie et à l'hélice un violent mouvement de rotation. Les dents de loup se séparent d'elles-mêmes des ergots du démarreur dès que le démarrage a eu lieu. Le lancement étant très énergique, il n'est pas nécessaire de diminuer l'avance ni d'employer une magnéto de départ.

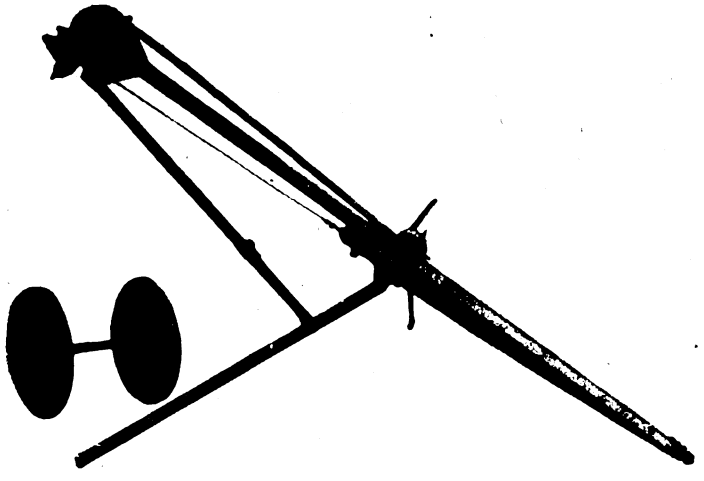


Fig. 4. — Démarreur Odier.

Il existe aussi des démarreurs Odier de carlingue pesant 12 kilogrammes environ qui ne nécessitent pas la présence d'un mécanicien au sol.

DÉMARREUR S. M. N. — C'est un moteur à explosion réduit à un cylindre et à son piston. On remplit le cylindre d'air carburé avec une pompe à main et on y fait jaillir l'étincelle d'une magnéto de départ. L'explosion chasse le piston dont la tige, munie d'une crémaillère, fait faire un tour complet à un pignon denté entraînant le moteur de l'avion au moyen de griffes. Le piston est rappelé vers le haut par un ressort qui évacue ainsi les gaz brûlés et permet un nouveau fonctionnement. La magnéto de départ fournit aussi les premières étincelles dans les cylindres.

Le poids est de 12 kilogrammes, le nombre de démarrages illimité.

DÉMARREUR BLÉRIOT. — On admet de l'air ou du gaz carbonique comprimé dans un cylindre muni d'un piston. Le piston, poussé par l'air comprimé, exerce une traction sur un câble et met en mouvement une poulie calée sur l'arbre du moteur de l'avion sur laquelle le câble est enroulé.

Le poids est de 18 kilogrammes ; une bouteille permet 40 démarrages.

MICROMOTEUR LABINAL. — C'est un petit moteur à deux temps pesant 8kg,500 qui peut aussi servir à entraîner la génératrice de T. S. F. et à divers usages de bord.

MOTEURS TAMPIER. — Un moteur à deux ou quatre cylindres, quatre temps, à circulation d'eau, met en marche le moteur de l'avion au moyen d'une *noix de démarrage* à dents de loup. Un *limiteur de couple* à friction intercalé sur la transmission évite toute avarie en cas de retour. On embraye à faible vitesse et on accélère progressivement. Le débrayage est immédiat dès que le démarrage a eu lieu.

Au moyen de renvois de mouvement orientables, on peut démarrer avec un seul moteur Tampier tous les moteurs d'un bi ou tri-moteur. Le moteur Tampier entraîne encore la génératrice T. S. F. et peut effectuer divers services : montage des bombes ou des objets lourds, éclairage, chauffage électrique, servo-moteur...

Le poids est de 50 kilogrammes pour le moteur à quatre cylindres.

DÉMARREUR ÉLECTRIQUE FARMAN (fig. 5). — On monte sur l'avion un équipement électrique de 24 volts analogue à celui des automobiles. Le moteur de l'avion entraîne une dynamo, munie d'un régula-

Digitized by Google

teur de voltage, qui charge une batterie d'accumulateurs avec interposition d'un conjoncteur-disjoncteur. A son tour, la batterie peut mettre en marche un moteur électrique, dit *démarreur*, qui entraîne l'arbre du moteur de l'avion au moyen d'une *noix de démarrage* avec interposition d'un *limiteur de couple* à friction pour éviter l'effet nocif des retours. La *noix de démarrage* est munie d'un dispositif spécial à *vis* ou à *dents de loup et électro-cliquet* qui permet d'embrayer au moment du lancement et de débrayer automatiquement dès que le démarrage a eu lieu. On facilite d'ailleurs le premier départ à froid par injections d'essence, brassage par l'hélice à la main et manœuvre d'une magnéto de départ pour ne pas décharger trop vite les accumulateurs. Les départs ultérieurs se font sans aucune difficulté par la seule manœuvre du démarreur.

L'équipement électrique sert encore à divers usages : éclairage, chauffage de gants et couvertures, etc.

Le poids est de 40kg,500 ; on peut effectuer une vingtaine de démarrages sans épuiser la batterie ; elle se recharge pendant la marche.

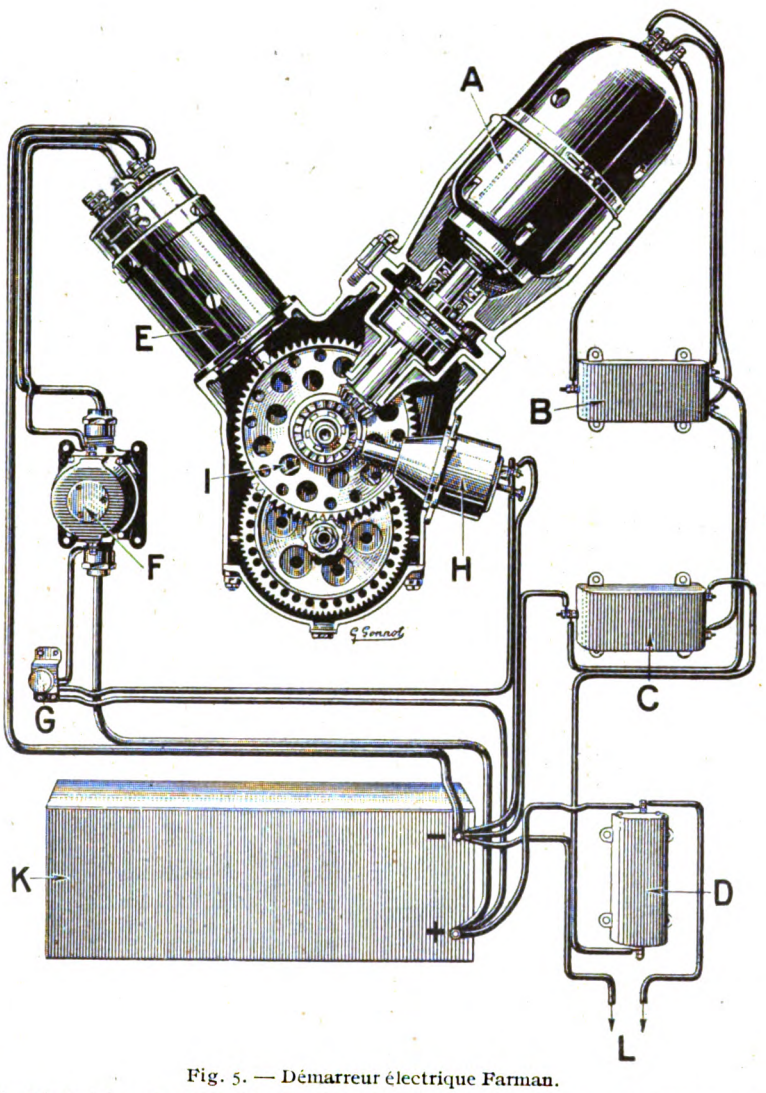


Fig. 5. — Démarreur électrique Farman.

A, Génératrice standard UB 24 volts, 500 watts ; B, Régulateur de tension ; C, Conjoncteur-disjoncteur ; D, Résistance de charge ; E, Démarreur 24 volts ; F, Relai de démarrage ; G, Bouton de démarrage ; H, Electro-cliquet ; I, Pignons et roues de démarrage ; K, Batterie d'accumulateurs ; L, Vers le circuit d'utilisation de l'avion.

NOTA. — L'électro-cliquet H sert à enclancher la noix de démarrage à dents de loup au moment du démarrage et à la libérer dès que l'on cesse d'appuyer sur le bouton de démarrage.

IV. — Conclusion.

Nous avons étudié dans cet article des démarreurs de modèles très divers ; disons tout de suite qu'ils s'appliquent non seulement aux moteurs d'avions, mais encore à ceux des dirigeables, des hydro-glisseurs, des canots automobiles, des installations fixes... bref, à tous les cas où la mise en marche peut être pénible ou dangereuse.

Parmi ces types si différents qui tous ont fait leurs preuves, le constructeur d'avions choisit celui qui répond le mieux aux conditions d'emploi qu'il prévoit, à la place dont il dispose, à la dépense supplémentaire qu'il peut envisager.

Retenons seulement que l'ère des démarrages difficiles et périlleux est close depuis plusieurs années et que le pilote peut désormais démarrer son ou ses moteurs sans quitter sa carlingue ou tout au moins sans exposer au danger son mécanicien ou un de ses compagnons de bord. C'est une sécurité de plus pour nos héros de l'air qui peuvent atterrir ou amerrir dès qu'il leur semble nécessaire sans craindre de ne pouvoir démarrer par leurs propres moyens pour reprendre leur vol.

BIBLIOGRAPHIE. — *La Construction des avions*, par MM. SUFFRIN-HÉBERT et JARRY ; CHIRON, éditeur. *Recherches et Inventions*, août 1928. *Revue industrielle* août-novembre 1927. — Notices des Constructeurs.

Digitized by Google

La brique de pavage et la route

PAR

GUSTAVE COLIEZ

Ingénieur-Céramiste.

On parle beaucoup actuellement de la « grande pitié des routes de France ». Ce terme n'a rien d'exagéré pour ceux — et ils sont nombreux — que leurs occupations appellent à circuler en véhicules automobiles sur certaines routes transformées en véritables fondrières qui détériorent en peu de temps les roues, pneus, essieux et châssis des meilleures voitures, déjà si coûteuses par elles-mêmes.

Il y a là un problème, le problème de la réfection de notre réseau routier, qu'il serait temps de résoudre, car chaque jour aggrave le mal. Le nombre des véhicules automobiles s'accroît et dépasse déjà en France 720 000 ; le trafic routier, étant donné le prix élevé des transports par fer, augmente de jour en jour, les routes elles-mêmes s'allongent et s'élargissent ; et eu égard à tout cela, les crédits dont disposent les travaux publics paraissent de plus en plus insuffisants.

On a préconisé divers remèdes et parlé de créer un budget spécial alimenté par des impôts spéciaux pour l'entretien des routes comme il en existe dans divers pays étrangers. On a même établi il y a quelques années un projet de loi — qu'est-il devenu? — d'après lequel chaque automobiliste paierait pendant cinq ans une surtaxe de 2/10 de droits de circulation, surtaxe qui serait utilisée pour l'amélioration des routes.

Mais laissons de côté ces projets qui ne sont pas de notre compétence, et recherchons parmi les matériaux employés pour le revêtement des routes celui qui coûte le moins avec le maximum de résistance et le minimum d'usure, en un mot celui qui serait capable de restreindre dans une très forte mesure les dépenses énormes nécessitées par l'entretien des routes.

Les matériaux qu'on emploie le plus souvent sont le béton, le macadam et le tarmacadam, qui coûtent cher et qui ne présentent pas une résistance suffisante aux véhicules lourds et aux autos roulant très vite. Les grès consomment beaucoup de main-d'œuvre et reviennent à 3 francs la pièce : et il en faut trente-deux au mètre carré. Les routes revêtues de goudron (500 francs la tonne dans la région parisienne) sont onéreuses et les Ponts et Chaussées ne s'en servent que parcimonieusement. En résumé, prix d'achat trop élevé, forte usure et partant entretien coûteux.

La brique de pavage est le mode de revêtement idéal, le moins cher et le plus durable connu jusqu'ici. Presque inemployée en France, la brique est utilisée pour les routes depuis plus de cinquante ans aux États-Unis, et actuellement il existe là-bas passé cent usines consacrées à sa fabrication.

Nous avons donc, pour juger de ces divers matériaux, l'expérience des ingénieurs américains et les rapports contrôlés et officiels des départements des routes aux États-Unis. Voici par exemple le rapport du département de Kentucky pour 1922 :

Type de revêtement.	Coût d'entretien par mille
Gravier	296 d. 10
Macadam ordinaire	344 d. 09
Roche d'asphalte	98 d. 70
Béton	179 d. 00
Macadam bitumineux	116 d. 00
Brique	29 d. 95

Il faut signaler ici que la route en briques est vraiment la route idéale pour les automobilistes. Avec elle en effet le danger souvent mortel du dérapage est supprimé.

A cela il faut ajouter la suppression des secousses que sont unanimes à reconnaître ceux qui ont parcouru en auto les routes d'essai en briques construites en France. De plus, ce mode de revêtement est insonore et hygiénique, car l'eau ne pouvant y stationner il n'y a pas à craindre les boues et les poussières si gênantes sur les routes macadamisées en particulier.

I. — Fabrication des briques de schiste de carrière.

Parlons d'abord de la fabrication la plus courante, c'est-à-dire de la fabrication en schiste de carrière. La méthode qui paraît la plus rationnelle et qui est employée en Amérique est la fabrication en pâte molle, et voici le procédé le plus courant.

Les schistes transportés de la carrière directement à l'usine au moyen de wagonnets passent d'abord dans un broyeur à cylindres ou dans un broyeur à mâchoires, puis sont transportés par une vis sans fin ou par une courroie, dans un broyeur à sole perforée et à meules. Après tamisage, la matière — malaxée avec adjonction d'un pourcentage d'eau

Digitized by Google

— passe à la filière (fig. 1 et 2). Au sortir de la filière, la pâte est découpée par un découpeur automatique.

Les briques sont alors transportées au séchoir au moyen de wagonnets. Les séchoirs les plus sou-

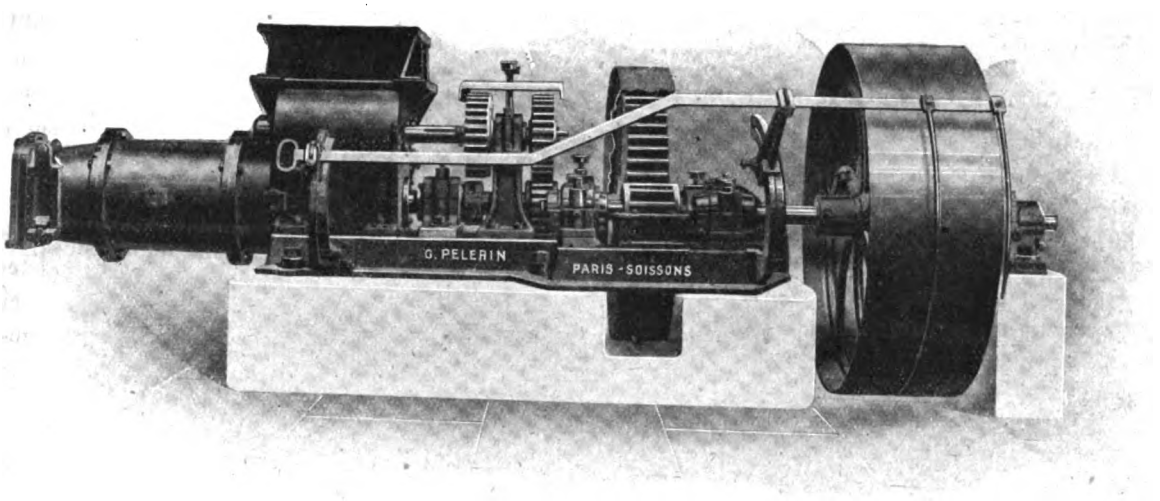


Fig. 1. — Machine à filière (ateliers Pelerin) pour le travail de la pâte de schiste destinée à être moulée et cuite en briques de pavage.

vent employés et qui nous paraissent les meilleurs étant donnée la facilité du séchage du schiste, sont les séchoirs-tunnels où les briques demeurent en moyenne de trente-six à quarante-huit heures.

Si le séchage des briques de schiste ne présente guère de difficultés, il n'en est pas de même de la cuisson, qui est toute spéciale à ce genre de briques qu'on appelle parfois improprement briques vitrifiées. En effet, il ne faut pas que ces briques soient vitrifiées au vrai sens du mot, c'est-à-dire qu'elles soient vitreuses, mais il faut leur donner un degré de chaleur (variant selon le cas de 1 050 à 1 150° C.) donnant un commencement de vitrification, ou mieux le précédant immédiatement. On conçoit la difficulté d'une cuisson si précise.

Aussi emploie-t-on en général aux États-Unis des fours ronds à feu discontinu, d'une conduite plus facile que les fours à feu continu, mais qui ont le défaut de consommer plus de combustible, défaut auquel on attache peu d'importance en Amérique où le charbon est bon marché. Il n'en est pas de même en France, où nous conseillons plutôt l'emploi des fours-tunnels et des fours à feu continu qui donneront certainement satisfaction, comme nous l'avons constaté, à condition d'employer certaines dispositions spéciales et aussi des cuiseurs éprouvés et aidés par des appareils enregistreurs de précision.

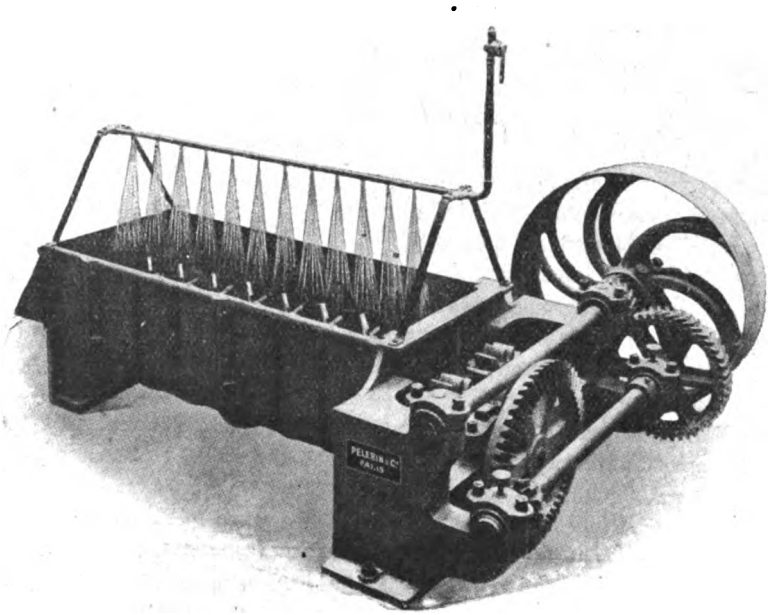


Fig. 2. — Malaxeuse de la pâte de schiste destinée à être découpée en briques.

Signalons en passant la méthode d'essai très ingénieuse des produits finis employée

Digitized by Google

aux États-Unis et qui a remplacé les procédés longs, coûteux et souvent incomplets que nous employons chez nous. Les essais anciens d'absorption d'eau, de perméabilité, d'expansion, de gélivité, de résistance à la flexion, aux chocs, à la compression, aux acides, tout cela a été remplacé par l'usage de la machine *Rattler*.

Cette machine très simple se compose d'un cylindre rotatif contenant une charge de boulets en acier. On y introduit dix briques et l'on fait tourner à une vitesse et pendant une durée déterminée ; on pèse les briques retirées et on les classe d'après leur poids, les meilleures étant celles qui ont perdu le moins.

L'appareil Rattler Standart, qui est le résultat des travaux de savants ingénieurs américains, travaux qui ont duré plus de vingt ans avant la mise au point définitive, a cet avantage remarquable qu'il réunit dans une même opération tous les essais correspondant aux qualités requises pour la brique de pavage : résistance au choc et à l'abrasion, rugosité et régularité d'usure.

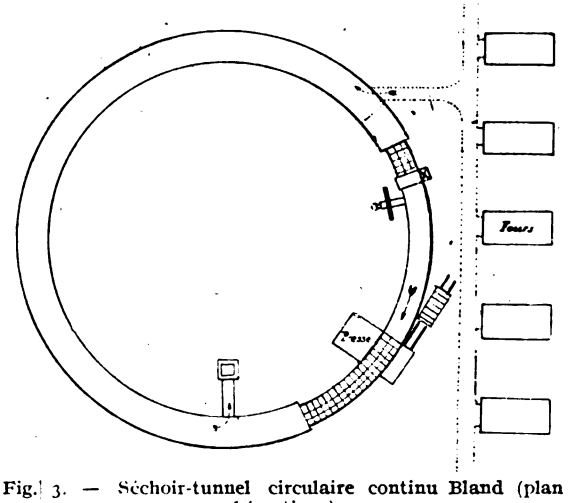


Fig. 3. — Séchoir-tunnel circulaire continu Bland (plan schématique).

II. — Les briques de pavage en schiste houiller.

La fabrication qui convient le mieux pour le schiste houiller est la fabrication en pâte et à la filière hydraulique. Cette méthode se rapproche beaucoup de la méthode américaine que nous avons décrite plus haut.

Pour comprendre l'immense intérêt que renferme l'utilisation des schistes houillers pour la fabrication des briques de pavage, il faut savoir que cette fabrication est restée à l'état latent en France justement faute de gisements de schistes semblables aux schistes américains. Aussi, à la suite de nos travaux concernant cette utilisation nouvelle du schiste houiller, travaux poursuivis durant plusieurs années et relatés dans quelques revues techniques, on a commencé en France à s'intéresser à la question.

M. Léon Bertrand, professeur de géologie à la Sorbonne, préconisait il y a quelque temps ce que nous recommandons depuis plusieurs années, à savoir l'utilisation, pour la fabrication des briques de pavage, des « terris » de nos fosses houillères des bassins du Nord, du Pas-de-Calais et du Massif Central. Cette fabrication de briques en schistes houillers n'est cependant pas tout à fait inconnue en France. La Compagnie des mines de Marles, dans le Pas-de-Calais, celle d'Anzin, dans le Nord, fabriquent depuis longtemps des briques en cette matière, mais plus spécialement pour la construction, et les résultats qu'elles obtiennent sont des plus satisfaisants.

La brique de Marles possède une résistance à l'écrasement six fois plus forte que la brique mécanique ordinaire, et sa dureté la classe entre le granit dur de la Manche et le grès dur de Fontainebleau.

Il y a mieux en Suède où la Société « Höganäs-Billesholms-Aktiebolag » exploite un schiste argileux mélangé de charbon et extrait d'une mine dans ses briqueteries de Höganas et Skromberga. On y emploie la méthode de fabrication précédemment décrite, les briques sont ensuite séchées au dessus des fours et cuites dans des fours à gaz du système Mendheim.

Ce qui est assez curieux — à ce que l'on dit — dans les origines de cette Société, c'est qu'elle n'avait pas du tout comme but la fabrication de produits céramiques, mais bien l'exploitation du charbon ; et c'est seulement en constatant les bénéfices qu'elle retirait occasionnellement avec les briques qu'elle fabriquait avec les schistes qui encombraient ses fosses, qu'elle a abandonné tout autre chose pour se spécialiser uniquement dans la fabrication des produits de schistes houillers.

III. — Le pavage en briques.

Il faut remarquer avant tout que la brique n'est qu'un des éléments entrant dans la composition de la route, et de même que, dans la construction, la qualité d'un mur en briques dépend du mortier employé, l'établissement d'une route en briques demande, pour donner satisfaction, un drainage soigné, des bases résistantes et des joints solides.

Il n'en reste pas moins vrai que la brique est le principal élément d'une bonne route à condition que ce soit LA VRAIE BRIQUE, c'est-à-dire la brique fabriquée et éprouvée de la façon que nous venons de décrire. En effet, certains fabricants français ont tenté de lancer ces dernières années sous le

Digitized by Google

nom pompeux de Paving-Brick, des briques d'argile fabriquées à la presse. Les résultats ont été ce qu'ils devaient être. et les routes établies avec ces briques sont déjà dans un triste état.

Cette manière d'agir, en plus de son insuccès certain pour le fabricant, a le très grave inconvénient de donner une mauvaise impression de début aux ingénieurs de l'administration chargés de l'étude du revêtement des routes, et risque même de faire rejeter ce mode de pavage au profit d'autres plus coûteux et moins résistants.

La première chose à considérer dans tout travail sur la construction des routes, c'est *le drainage et l'élimination de l'eau*. Combien de pavages minutieusement préparés et construits avec soin n'ont pas eu d'autre cause de ruine que le manque de drainage !

Il n'y a pas, à vrai dire, pour cette opération de méthode régulière ; au contraire, chaque projet de route demande une étude spéciale, et l'ingénieur doit examiner avec soin les conditions suivantes particulières à chaque région : niveau de l'eau, accidents du terrain, écoulement naturel plus ou moins rapide des eaux, régime des pluies, etc., etc.

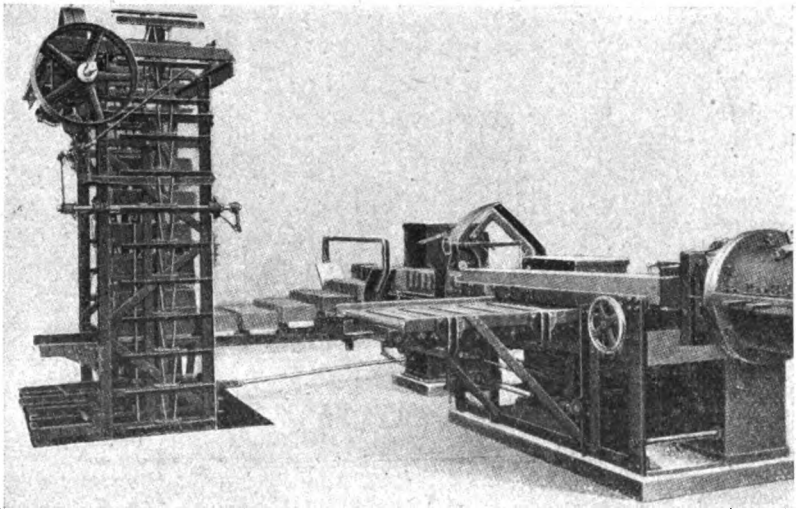


Fig. 4. — Découpeur automatique avec élévateur.

La seconde phase de l'établissement de la route pavée est la construction des bases ou fondations.

Dans certains cas, on peut employer les bases naturelles quand on a à faire à un sol poreux et de nature résistante tout à la fois. Dans plusieurs régions des États-Unis, en Floride par exemple, des routes établies directement sur un sol sablonneux il y a trente ans à l'époque où elles n'avaient à subir qu'un faible trafic hippomobile résistent à l'heure actuelle à un intense trafic moderne. Au plus fort des saisons pluvieuses comme après les hivers les plus durs la résistance du sol est restée la même, simplement à cause du drainage naturel rapide.

Quand le sol ne remplit pas ces conditions de résistance et de porosité, on a recours aux *bases artificielles*. Un grand nombre de matières diverses peuvent être employées dans ce but et c'est encore un des mérites de la brique de pavage. Cela permet en effet d'employer la matière qui coûte le moins cher dans la région que la route aura à traverser.

Le béton de ciment Portland, des couches de scories, des couches de graviers roulés, des anciens pavages en béton ou en macadam sont autant de matières pouvant servir à former les bases artificielles.

L'établissement du lit de sable sur lequel les briques seront posées est l'opération qui demande le plus de soins, de là dépend en effet la durée du pavage.

Le sable remplacé parfois par de fines scories ou de laitier granulé est répandu à la pelle, et l'épaisseur du lit (de 1cm,5 à 2cm,5) lui est donnée au moyen d'un gabarit glissant sur des guides (ordinairement des rails de chemin de fer). Ce gabarit épouse parfaitement le profil transversal de la route ou d'une section transversale de la route quand celle-ci est d'une trop grande largeur pour permettre l'emploi d'un seul gabarit. De l'uniformité du lit de sable dépend le parfait alignement de la surface des briques, aussi doit-on veiller à répandre également le sable et le laitier et c'est dans ce but qu'on les ratisse et qu'on les passe par plusieurs fois au rouleau à main.

Les briques empilées sur les côtés de la route, la meilleure face au-dessus, sont alors avancées à l'ouvrier poseur, soit à la main, soit plus souvent au moyen de petits transporteurs mobiles. Le poseur et ses aides doivent toujours se tenir sur la partie déjà pavée et ne jamais passer sur le lit de sable.

On pose quatre rangées de briques à la fois en ayant soin, pour alterner les joints, de commencer tous les deux rangs par une demi-brique, la partie cassée de cette brique étant tournée vers le centre du pavage. Chaque rangée doit être strictement perpendiculaire aux côtés de la route, et la déviation tolérée au kilomètre ne dépasse pas 6 centimètres.

Digitized by Google

Après avoir roulé les briques au moyen d'un double rouleau automobile du poids de trois tonnes environ, on vérifie au moyen d'une règle la régularité de surface de la route et l'on remplace les briques endommagées par le passage du rouleau.

Reste maintenant le remplissage des joints.

On a utilisé pour ce faire diverses matières : le sable, le ciment, le goudron, etc., mais de tous les types essayés aux États-Unis c'est le joint d'asphalte qui a donné le meilleur résultat.

Le joint d'asphalte est d'application relativement simple si l'on tient compte des quelques principes suivants :

Il faut avant l'emploi balayer soigneusement les briques ; les impuretés ainsi que l'humidité d'ailleurs empêchant la bonne pénétration de l'asphalte dans les joints.

L'asphalte chauffé à une moyenne de 180° à 200° C. est répandu sur le sol au moyen de seaux ou directement de réservoir à l'aide d'un tuyau. On le fait pénétrer dans les joints en le râclant soigneusement, et on ne laisse sur la surface des briques qu'une mince pellicule d'asphalte.

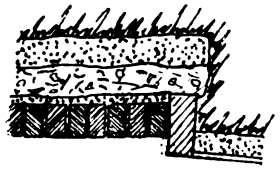


Fig. 5. — Coupe d'un lit de pavage en briques.

On jette là-dessus du sable ou des scories finement tamisées, on roule à nouveau et la route peut être ouverte au trafic sans aucun délai.

***

Pour terminer cette courte étude, il serait intéressant de savoir où en est en France l'industrie de la brique de pavage.

Il y a très longtemps que d'habiles céramistes français avaient essayé avec succès et préconisé la brique de pavage. Les Compagnies houillères de Marles et d'Anzin nous en ont donné des exemples. Mais ces efforts isolés ne pouvaient aboutir. On n'aime pas en France ce qui vient de chez nous et puis il aurait fallu lutter longtemps contre la routine. D'ailleurs pour les profanes, l'idée de routes en briques paraît de prime abord ridicule et toujours surprenante. Rien de plus naturel de paver avec des grès durs et solides, mais avec des briques, ces objets fragiles qui — croit-on — cassent au premier choc et dont on voit chaque jour des milliers de morceaux près des chantiers de construction !

Il y a quelque cinquante ans, aux États-Unis, les habitants de Charlestown, en Virginie, accueillaient eux aussi avec des rires l'idée de l'un d'entre eux de construire une route en briques.

Dans ces conditions, une mission officielle envoyée il y a quelques années aux États-Unis par le ministre des Travaux publics pour étudier sur place la fabrication et l'application éventuelle en France des briques de pavage ne pouvait avoir qu'un heureux résultat. Dès leur retour d'Amérique, MM. Léon Yeatman et J.-B. Fauchon, chargés de la mission, se mirent courageusement à l'œuvre et par des conférences, des rapports, des articles répétés firent entrer dans l'opinion publique l'idée de la route en briques.

Et aujourd'hui, il existe à Paris même — la plupart des Parisiens l'ignorent — des rues pavées en briques, entre autres l'avenue Ledru-Rollin et les rues Berryer, de Laborde, du Terrage, etc. Chacun peut juger de leur état qui est excellent après plus de deux ans de services.

Des routes nationales françaises sont également revêtues en briques, entre autres celles de Calais, Brebières, Saint-Pol, Marquise dans le nord de la France.

Les briques de ces rues et routes fabriquées par une Société Parisienne à Hydrequent (Pas-de-Calais) sont du type américain. Le gisement est en effet identique physiquement et chimiquement à la meilleure matière première américaine et d'après des experts des États-Unis même, l'usine d'Hydrequent serait classée dans les six premières usines américaines.

En résumé, il y a en France ce qu'il faut pour faire d'excellentes briques de pavage : bonne matière première et des hommes capables de l'exploiter. Ce qui manque surtout, c'est un peu plus d'empressement de la part des Travaux publics et des ingénieurs des Ponts et Chaussées à reconnaître l'intérêt et l'économie d'un revêtement qui serait le bienvenu des usagers de la route et particulièrement des automobilistes.

Mais il n'y a pas lieu de se décourager, et nous sommes persuadés que dans un avenir très prochain les efforts et la persévérance de nos briquetiers de talent auront la récompense qu'ils méritent.

Digitized by Google

Surpeuplement mondial

PAR

H. de VARIGNY

Il est certain que le nombre des humains s'accroît, et même beaucoup, et cette augmentation ne va pas sans préoccuper les sociologues, démographes et politiques. Car on ne voit pas *a priori* pourquoi elle s'arrêterait, étant donné que chaque pays se tient le même raisonnement très simple : « Les voisins, et ennemis virtuels, se font plus nombreux : il faut que chez nous aussi la population augmente pour que nous puissions conserver notre territoire, notre indépendance et notre intégrité ».

En effet un pays surpeuplé est un pays qui va demain réclamer une place plus étendue au soleil, des territoires nouveaux, surtout aux dépens des pays non surpeuplés : c'est ce que faisait l'Allemagne du début du siècle ; c'est ce que fait l'Italie contemporaine (« Il faut que l'Italie s'étende ou qu'elle fasse explosion », déclarait M. Mussolini l'an dernier, aux grands applaudissements de la presse italienne) ; c'est ce que fait aussi le Japon. Le surpeuplement, qu'il soit régional ou général, ne peut conduire qu'à des conflits, à des guerres terribles, car il s'agira d'exproprier et d'exterminer.

L'augmentation de la population mondiale n'est pas douteuse. Assurément, on ne peut pas le suivre bien loin dans le passé. Mais depuis que se font des recensements réguliers, de plus en plus précis, surtout dans les pays civilisés, il ressort qu'au cours du XIX^e^ siècle la population du globe a doublé ; il ressort encore qu'au taux actuel, général, de la natalité, le doublement doit se faire actuellement en un temps variant de soixante à quatre-vingts années, malgré la mortalité infantile effroyable existant en diverses régions ; le doublement devra même se produire plus vite encore, si, la natalité restant la même, la mortalité infantile et générale diminue du fait de l' « hygiénisation » de contrées étendues : Chine, Inde, etc., où présentement encore sévit une mortalité que les progrès de la Science permettent de beaucoup réduire.

Le fait de l'augmentation considérable et incessante, sans précédent dans le passé, quant à son importance, n'est pas douteux.

Et il préoccupe beaucoup d'esprits qui y trouvent un sujet d'inquiétude pour la paix future de l'humanité. Car, manifestement, l'augmentation du nombre des humains ne peut pas continuer indéfiniment. La planète n'est pas élastique ; sa superficie est limitée, et au temps présent où, comme par le passé, les hommes sont obligés, pour vivre, d'absorber des aliments et que ceux-ci sont fournis par la terre, il vient à l'esprit que si l'humanité s'accroît, il faut que la production agricole s'accroisse également. Le raisonnement est très légitime, et nul ne l'a présenté de façon plus frappante que Sir G. Knibbs, le statisticien australien, dans un remarquable article de *Scientia* (novembre 1925), où il disait : Chaque jour, il naît 150 000 humains ; il en meurt 100 000 : la question est de savoir si chaque jour il est défriché 50 000 hectares de plus, de ceux qui suffisent, chacun, à nourrir un être humain. Le problème se présente donc de façon très précise.

***

C'est un problème mondial : la question de la population n'est envisagée qu'au point de vue global, général : il ne s'agit pas de la rétrécir en l'envisageant par rapport à une nationalité quelconque. Trop de lecteurs, généralement, rappetissent le problème, par inattention, par pauvreté de vision générale.

C'est si bien un problème mondial que, de tous côtés, en tous pays, la presse s'en occupe ; des articles, des livres lui sont consacrés, et l'an dernier un Congrès s'est tenu à Genève, un congrès international, le *Congrès mondial de la Population*, où d'ailleurs des choses fort intéressantes ont été dites, mais où, manifestement, l'accord était loin de régner sur la politique à suivre à l'égard du danger menaçant. A vrai dire, cette dernière a beaucoup varié, inspirée, principalement, par la nationalité des orateurs, et par des préoccupations n'ayant rien du tout de mondial. C'est ainsi qu'on aura de la peine à admettre, avec un sociologue américain, que les États-Unis, avec 15 habitants au kilomètre carré sont déjà surpeuplés. Il y a autre chose dans l'affaire : avant tout le besoin d'un prétexte à tenir la porte fermée ou à peine entr'ouverte aux émigrants d'Europe, dont, il est vrai, la qualité a beaucoup baissé. Un point, en passant, mériterait des développements qu'il n'a point reçus : c'est que la question du surpeuplement en général se complique d'une autre. Il n'y a pas seulement, surtout dans les pays civilisés, surpeuplement — malgré une diminution de natalité nette, comme en Allemagne, en Italie même, ces dernières années — il y a autre chose : surindustrialisation. C'est-à-dire que de plus en plus — et le phéno-

Digitized by Google

mène est net en France — il y a tendance à l'accroissement de la population urbaine et industrielle aux dépens de la population agricole. La majorité fuit de plus en plus les besognes agricoles pour envahir les ateliers et les usines des villes ou faubourgs. De là, déséquilibre. Car le pays a besoin d'agriculteurs pour produire les aliments nécessaires à la collectivité. Il est vrai, certains invoqueront le commerce international et diront que le pays riche en industrie achètera les aliments aux pays riches en agriculture, s'il en reste. Mais d'autres considérations s'ajoutent généralement, et il est visible qu'en cas de guerre le pays qui dépend le moins des autres pour son approvisionnement est favorisé. La surindustrialisation qui se généralise constitue un danger considérable : les États-Unis en sont incommodés et ils voudraient ne plus recevoir que des immigrants agricoles ; l'Allemagne, après avoir eu trop de paysans, a maintenant trop d'ouvriers ; et l'Italie qui entretient le monde de ses besoins d'explosion, plaisante : elle n'a aucun besoin d'expansion territoriale : ses paysans émigrés en Amérique ne vont pas à la terre, mais aux mines et aux usines déjà encombrées. L'agriculture attire de moins en moins. On le voit bien en France aussi. Celle-ci a perdu un million et demi de soldats, en grande partie agriculteurs : depuis la guerre, la proportion des étrangers s'est accrue d'un million et demi : mais tout ce monde s'est rué sur les usines et les mines, et non sur l'agriculture qui périclite. Le phénomène est très net, et de façon générale un émigrant, parti agriculteur de son pays natal, arrive dans le pays d'adoption avec des désirs et des prétentions d'ouvrier. Il évite l'agriculture et aspire à peupler les usines. Le phénomène est très répandu.

De sorte que, de façon générale, les immigrants, en tout pays, cherchent à se caser dans les villes et les usines. Et pourtant, avec cela, ils prétendent manger. La population industrielle augmente, l'agricole diminue, et cela juste au moment où il faudrait une population agricole plus nombreuse, et une production agricole accrue. C'est exactement le contraire de ce qui devrait se passer, qui a lieu. Et au même moment, la France incite ses enfants à s'expatrier et à aller peupler les colonies, et accueille avec enthousiasme les étrangers, dans ses usines principalement. On comprend que les nationaux ne soient guère tentés d'aller au loin pour laisser la place aux étrangers... Ceci soit dit en passant.

Revenant donc au sujet principal, le philosophe se trouve devant le problème du surpeuplement.

Que faut-il en penser? Que peut-on faire? Les points de vue qui se manifestent sont variés et contradictoires.

Le Congrès Mondial de la Population avait été organisé par des groupements anglais et américains, nous est-il dit dans un intéressant article de M. Jean Bourdon, publié dans le *Mercure de France* du 15 novembre 1927, et certainement les congressistes anglo-américains étaient d'avis que le péril de la surpopulation existe, comme l'a exposé M. East, le distingué professeur à Harvard. M. J. Bourdon, qui donne un résumé et une critique de la thèse de M. East, pense que ce que l'on peut dire au temps présent est que si la population mondiale s'est accrue durant le XIX^e^ siècle, le bien-être aussi a augmenté ; que cette augmentation peut sans doute continuer un siècle sans inconvénients ; que, après ce temps on verra bien, et la science aura peut-être trouvé un remède ; enfin, — et ceci est assez juste — que le mal actuel provient surtout de la mauvaise répartition de la main-d'œuvre et des professions, qui est la véritable cause des maux attribués au surpeuplement.

Mais la thèse anglo-américaine ne se formule pas ainsi : elle est bien plus simple : c'est que la natalité est exagérée, et elle devient d'autant plus exagérée par rapport à la mortalité que celle-ci va partout, sans cesse diminuant, par suite des progrès de l'hygiène et de la médecine préventive. Si l'équilibre actuel, qui n'est déjà pas merveilleux, comme le font voir la Chine, les Indes, la Russie, où des famines démontrent trop souvent la disproportion existant entre la population et les subsistances disponibles, doit durer, il importe que la natalité ne s'accroisse pas, par rapport à la mortalité ; il faut restreindre la natalité ; bref, le remède, pour beaucoup, est dans le néo-malthusianisme, dans la restriction volontaire de la natalité, pour parler clairement. Et cela même ne suffit pas, ajoutent les Anglo-Américains qui ne mâchent pas leurs mots : il faut enseigner et propager ce néo-malthusianisme qui existe chez les classes aisées de la plupart des pays civilisés ; il faut encore y ajouter la pratique de l'eugénique. Il faut enrayer la fécondité de beaucoup de sujets tarés, de déchets humains qui ne peuvent engendrer que d'autres déchets dont la multiplication coûte si cher aux sociétés par les institutions qu'il a fallu créer pour garder en vie des citoyens incapables et inutiles. Les différents pays dépensent des sommes énormes chaque année, pour venir en aide aux dégénérés ; cet argent serait mille fois mieux employé à encourager les sujets sains et productifs, et à les aider dans leur tâche : telle est, très nettement et catégoriquement exprimée, la thèse des néo-malthusiens, convaincus du danger de la surpopulation ; telle qu'exposée dans d'innombrables livres, articles, discours et conférences de propagande. Sans doute, beaucoup protestent au nom de la morale et de la religion,

Digitized by Google

mais les adeptes de la doctrine répondent qu'il faut tenir compte des conditions dans lesquelles il fut enjoint de croître et multiplier. La première fois, ils étaient deux ; la seconde, huit, seulement : la situation n'est plus la même... Mais d'autres, se plaçant sur un terrain non plus international mais national, déclarent qu'il convient de continuer à croître en population pour n'être pas dévorés par les voisins. Ceux-ci en font autant, naturellement, et la situation est ce qu'elle est. Et même elle empire.

***

La restriction de la natalité est-elle le seul remède ? Pas du tout, disent d'autres. Il est vrai que le globe se surpeuple. Mais il est loin d'être suffisamment exploité. On peut lui faire rendre beaucoup plus de subsistances, de quoi nourrir des milliards d'individus supplémentaires. Les défenseurs de cette thèse font observer qu'au cours du XIXe siècle, où la population a tant augmenté, les aliments aussi se sont faits plus abondants (à condition toutefois de négliger systématiquement les famines de la Chine, de l'Inde, de la Russie...). Cela est vrai, mais il ne faut pas oublier que le XIXe siècle a été le témoin d'une expansion agricole considérable que le XXe pourrait ne pas retrouver. Au XIXe, il y a eu la mise en valeur des États-Unis et du Canada, et on ne voit pas où, aux XXe et suivants, l'humanité découvrira de vastes plaines utilisables comme celles de la vallée du Mississipi.

***

Ce n'est pas à dire toutefois qu'il n'y ait point de ressources agricoles à utiliser. Partout, même dans les pays agricoles, le rendement peut et doit être accru, et sans sortir de la France même, on y trouverait des parages où le blé ne rend pas ce qu'il devrait, faute d'une culture intelligente, et faute d'utilisation des engrais. Ainsi dans la région du Nord, avant 1914, l'agriculture consommait environ 12 kilogrammes d'azote-engrais par hectare pour ses principales cultures, céréales, pommes de terre, betteraves : mais dans les trente départements de la zone méridionale (10 millions d'hectares) elle n'en consommait qu'un seul. Résultat : rendement méridional inférieur de 50 p. 100 à celui du Nord. Ce qui se passe en France se passe un peu partout. Et à coup sûr, il y a dans tous les parages des utilisations insuffisantes du sol. L'agriculture reste volontiers traditionaliste. Et puis, pour être bien conduite, elle exige des connaissances scientifiques sérieuses et des capitaux : en fait, une industrialisation de l'agriculture paraît bien désirable. Seules, des sociétés compétentes et puissantes pourront organiser le défrichement et la culture des terres qui, un peu partout, encore, pourraient et devraient être utilisées, non pas seulement dans la zone tempérée, mais vers les tropiques, et aussi dans les parages circumpolaires où, certainement, il y a de la bonne besogne à faire. Mais tout ceci ne peut être l'œuvre de bonnes volontés isolées, et de pionniers sans grandes ressources, financières ou techniques; il faut des capitaux et des compétences : un jour, sans doute, on les trouvera, et le globe aura un rendement meilleur permettant de faire vivre une population plus abondante. Ceci, on peut l'admettre. Une meilleure utilisation du globe est possible. Mais enfin, elle aura des limites : d'après East, elle pourrait permettre de nourrir 5 milliards d'êtres humains : et déjà il y en aurait deux. Dans cent ans la limite de population serait atteinte, et la question se poserait à nouveau : l'humanité aurait à se demander ce qu'elle doit faire pour continuer à exister. Il y a bien une solution, évidemment : c'est que les populations les plus énergiques et les mieux armées exterminent les autres et s'en approprient les territoires. C'est celle qui a eu cours jusqu'ici, et quand la famine et les épidémies ne venaient point éclaircir les rangs d'une humanité localement surabondante, la guerre survenait qui réglait tout.

Il y aurait toutefois une autre solution. Le chimiste prétend la détenir. Il rit des inquiétudes des démographes, des sociologues, et particulièrement de la préoccupation qu'avait Malthus de l'équilibre entre la production agricole et le chiffre de population. Le néo-malthusianisme, déclare-t-il, n'est que le résultat des élucubrations mélancoliques d'un monde pessimiste, et d'un monde non averti, ignorant des ressources énormes de la science. Car c'est la science qui libérera l'humanité du cauchemar du surpeuplement. Évidemment, elle ne permettra pas une humanité illimitée, mais du moment où chaque homme disposera d'un mètre carré pour s'y tenir, tout ira bien. Et comment cela ? Grâce à la chimie, qui aura élaboré l'aliment synthétique. Déjà elle est en route, mais du chemin reste à faire ; elle le fera. Au moyen de la lumière solaire et des éléments de l'air et de l'eau, au moyen du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, elle créera des aliments. Sans doute ils ne seront pas aussi savoureux que ceux dont l'humanité dispose aujourd'hui : mais peut-être sera-ce préférable. L'homme, abusant moins de la bonne chère, se portera mieux et tout un chapitre de la pathologie sera effacé. Une trentaine d'hommes travaillant dans une usine de quelques milliers de mètres de superficie produira autant d'aliments sous forme de levure que le peuvent 1 000 agriculteurs travaillant 30 000 hec-

Digitized by Google

tares, selon les méthodes agricoles actuelles. Ayez confiance en la chimie, dit le chimiste ; il vous tirera d'affaire. L'humanité peut s'accroître longtemps encore... A coup sûr on ne peut refuser d'ouvrir quelque crédit à la science. Il serait toutefois dangereux de trop compter sur des promesses.

***

En attendant, que va-t-il se passer? Évidemment, le chiffre de la population du globe ne va pas diminuer. Presque toutes les nations, envisageant des conflits terribles, où, si elles ne sont l'agresseur, il leur faudra être en état de se défendre contre les convoitises de peuples trop nombreux, logés à l'étroit sur leur territoire, vont continuer fatalement à hâter ces conflits, précisément par le moyen qui leur permettra, au moins, d'essayer de résister, par la multiplication. Cela est inévitable, et partout on le sent. Il n'y a guère de chances de voir s'établir de façon générale le néo-malthusianisme, doublé d'eugénique, que souhaitent les Anglo-Saxons, contrairement à l'opinion généralement répandue en pays européens, et qui, au Congrès de Genève, a été défendue surtout par la France et la Belgique. C'est même ce qui a fait que le Congrès a tourné autrement que l'espéraient les Anglo-Américains. Ils souhaitaient que la Société des Nations fût érigée en protectrice d'une ligue de propagande néo-malthusienne : ce résultat n'a pas été atteint. Le Congrès a dû se contenter de nommer une commission chargée de l'étude strictement scientifique du problème de la population.

Il conviendrait que dans cette commission, la biologie fût sérieusement représentée. Car les biologistes s'occupent fort, entre autres sujets, des questions de nombre des individus à l'intérieur des espèces, de la distribution de celles-ci, des causes qui les limitent. Il existe un nombre énorme d'espèces animales et végétales : aucune, nulle part, n'a pris la prépondérance acquise par l'homme. Evidemment les facultés et aptitudes de celui-ci lui fournissent des ressources que ne possèdent pas les animaux. Les lois qui décident du nombre possible des individus d'une même espèce, dans les mondes animal et végétal, ne jouent pas librement en ce qui concerne l'homme.

Pourtant, d'après R. Pearl, le très distingué biologiste de la *Johns Hopkins University*, et qui a entretenu de la question le Congrès de Genève, il semble bien qu'une loi générale existe, concernant les populations, animales ou végétales. C'est qu'une population commence par s'accroître lentement, puis plus vite, pour atteindre enfin un maximum de rapidité, après quoi l'accroissement se fait de plus en plus lent, et enfin nul. Ce semble bien être le cas pour la plupart des nations. Mais il est évident aussi que parmi les groupements nationaux considérés au même temps, il en est qui sont à des âges très différents. Les uns étant encore à la phase d'augment, alors que d'autres l'ont déjà dépassé. Ce qui complique la situation. Le propre de toute cette question est d'être fort complexe. Et les lignes qui précèdent le font voir : elles ne prétendent en aucune façon présenter une solution : elles font connaître les idées émises, sans plus.

Digitized by Google

L'Escargot et l'Araignée

PAR

M. MANQUAT

Professeur à l'Université catholique d'Angers.

Ceci n'est point une fable, mais le relevé de quelques observations sur les rapports qu'ont entre eux ces deux petits animaux. A première vue, il ne semble pas que l'escargot et l'araignée entretiennent de relations suivies ; le caractère de celle-ci jouit d'ailleurs d'une trop fâcheuse réputation pour inciter celui-là à en nouer avec elle. Mais chez les bêtes comme chez les hommes on a parfois, sans la chercher, l'occasion de se rencontrer, et ces rencontres déterminent des attitudes, ou mieux, comme on dit en biologie, des comportements qui présentent de l'intérêt pour le naturaliste.

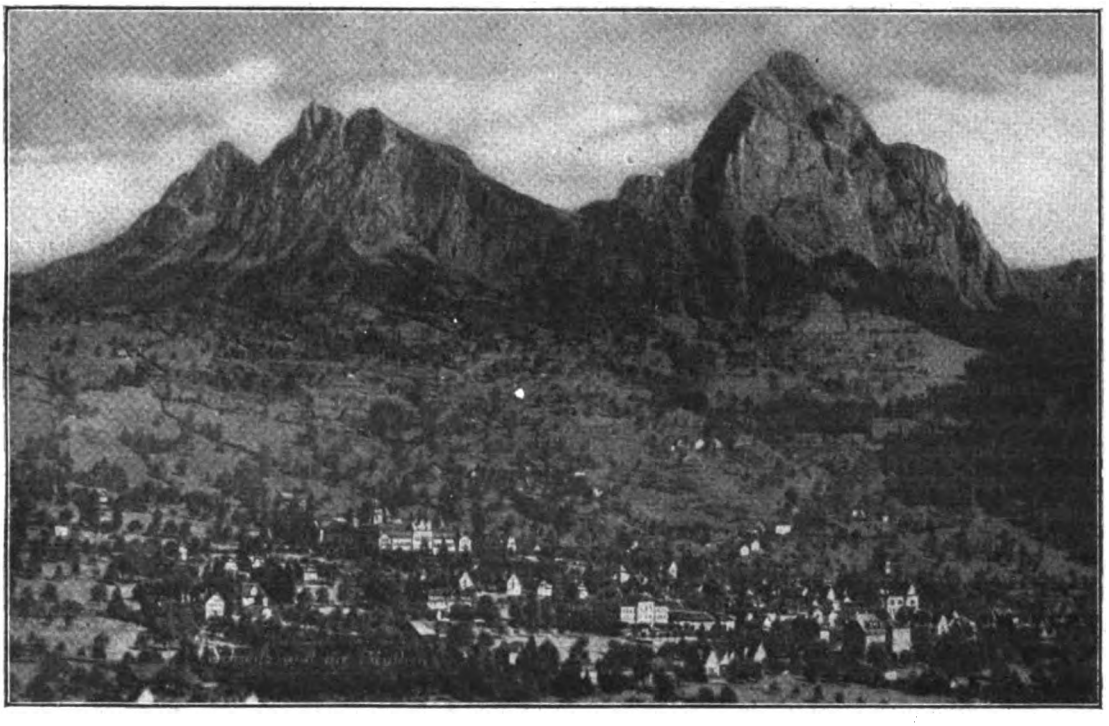


Fig. 1. — Schwyz et les Mythen.

Au mois d'août dernier, nous explorions à Schwyz, en Suisse, les flancs des Mythen, monts jumelés qui dominent un des coins les plus pittoresques du Lac des Quatre-Cantons. Nous y cherchions des escargots. Non point dans un but alimentaire, encore que l'escargot comestible dit de Bourgogne (*Helix pomatia*) pullule en ces lieux, mais avec le désir d'étudier certaines espèces de l'endroit. Les vallées suisses de cette région de lacs sont un paradis pour les mollusques terrestres, qui y trouvent une herbe abondante, une constante humidité, de la tranquillité, et, s'ils portent maison sur le dos, des matériaux calcaires de construction à bouche que veux-tu. Aussi quand le temps s'y prête, les buissons et les roches sont littéralement couverts d'escargots admirablement bien venus, de taille supérieure, à espèces identiques, à ceux de nos pays plats ou semi-plats. Outre les types qui nous sont familiers en France, ces escargots qu'on rencontre dans tous nos jardins, jaunes à bandes noires avec leurs variétés roses (*Hélix nemoralis, H. hortensis)*, on trouve le long du chemin d'énormes *H. pomatia* déjà cités, des *Hélix lapicida* à coquille si comprimée qu'elles paraissent avoir passé par un laminoir, et ces singuliers escargots poilus qui sont des espèces de montagnes : *Helix villosa* et *Helix sericea*. On y trouve aussi en surabondance la curieuse espèce de *Helix arbustorum* à corps d'ordinaire noir comme jais et dont la coquille va du brun châtain au vert éteint avec bande centrale et fioritures transversales

Digitized by Google

plus sombres. Nombreux sont d'ailleurs les sujets dont le corps est gris ou même blanc, ce qui semble indiquer des croisements avec d'autres espèces.

Or, au hasard de nos excursions, nous observâmes deux faits assez constants. D'une part, la présence, au pied des buissons et des murs de soutènement des prairies de la montagne, d'un très grand nombre de coquilles vides, de toutes espèces et de toutes tailles, mais avec prédominance des petites. Ces coquilles présentaient ce caractère d être toutes très jeunes, nous voulons dire privées de leur propriétaire depuis peu de temps : elles avaient la fraîcheur des coquilles habitées. Il est certain que, grâce au Ciel, la plupart des escargots qui naissent sont moissonnés à la fleur de l'âge. Sur une portée de vingt individus, malgré des soins attentifs, nous n'en avons pu conserver que cinq après deux mois, dont un seul survivait en bonne forme après trois mois. Mais il est vraisemblable que la plupart des mollusques qui disparaissent meurent extrêmement jeunes. Une fois que l'animal a atteint une certaine taille, il a les procédés personnels de se défendre contre les accidents moyens qui menacent son espèce. Et lorsque, par exemple, nous rencontrons une agglomération de coquilles d'escargots comestibles au coin d'un mur, nous n'hésitons pas à croire qu'ils ont été mangés de compagnie. C'est la pensée qui nous vint en présence de cette multiplicité de coquilles d'animaux majeurs. Et comme la plupart de ces escargots ne sont point appréciés par les gourmets humains, nous attribuâmes à quelque prédateur animal ce carnage de gastéropodes. L'entomologiste Fabre a raconté — et combien joliment ! — la façon dont le ver luisant se prépare un bouillon d'escargot en utilisant la coquille de l'animal comme soupière : d'une piqûre il le paralyse et quand le corps de la victime tourne en eau chargée de débris organiques, il le savoure avec délices. Fallait-il, dans le cas présent, attribuer aux vers luisants l'hécatombe d'escargots que nous avions sous les yeux ?... Mais un autre fait retint notre attention. Dans les multiples toiles d'araignées qui tapissent ces lieux paisibles, nous remarquâmes assez souvent, parmi d'autres détritus arrêtés au passage, des coquilles de petits escargots tombés là par hasard. On pouvait sans trop de présomption se demander si ce ne serait pas l'araignée qui se nourrit de ces mollusques. Cette question que nous nous posâmes en fit aussitôt se lever d'autres en relation avec elle : si l'araignée attaque l'escargot, comment le fait-elle?... Le paralyse-t-elle d'une morsure? Ou, sinon, le poursuit-elle dans sa coquille lorsque, sous ses menaces, il s'y retire?... Ou bien perfore-t-elle cette coquille pour sucer par le trou la chair de sa victime?...

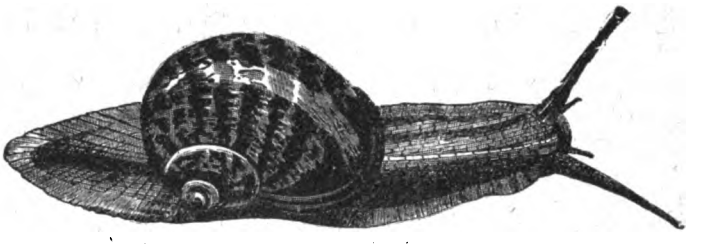


Fig. 2. — *Helix pomatia.* (Escargot de Bourgogne).

Il nous parut invraisemblable que l'araignée puisse compter sur sa toile pour capturer des escargots. Dès que ceux-ci ont atteint une certaine taille, s'ils tombent en ses filets, leur poids les déchire. Ce ne peuvent être que les tout petits escargots d'un mois ou deux qui se laissent pincer. Mais escargots et araignées fréquentent les mêmes stations, recoins de murs et fouillis des buissons. L'araignée est très mobile, l'escargot est relativement lent, et si celle-là poursuit celui-ci dans des intentions mauvaises il est hors de doute qu'il est perdu d'avance.

Un examen attentif de très nombreuses coquilles vides nous fit reconnaître qu'aucune d'elles ne portait une perforation, si menue fût-elle. Nous tentâmes alors d'offrir un petit escargot bien vivant à quelque araignée. Sur des quantités de toiles nous déposâmes délicatement le léger mollusque. Or, chose curieuse, bien que d'ordinaire celui-ci, empêtré et fort mal à l'aise, se débattit, jamais nous ne vîmes qu'il ait attiré l'attention de la propriétaire du filet. Les mouvements de l'escargot sont sans doute trop lents pour, si l'on ose dire, donner à l'araignée l'impression d'une capture utile ; il lui faut, pour qu'elle se dérange, la trépidation désespérée de la mouche qui cherche à se libérer, ou tout au moins quelque chose qui y ressemble, par exemple les vibrations d'un diapason.

Alors??...

Il y a une Providence pour les chercheurs. Elle voulut bien nous mettre sous les yeux le spectacle désiré. Un chemin qui grimpe le long de la montagne est protégé contre les affaissements du terrain très en pente par un petit mur formé de pavés de torrent superposés les uns aux autres sans mortier intermédiaire, d'où résultent de nombreuses cavités humides et sombres, lieux d'élection des araignées et des escargots. Sur ce mur, des ronces tombent en cascades. Les araignées y tendent leurs toiles. Un soir nous remarquâmes l'une d'elles (1) jolie petite bête rouge et

(1) Sans moyen, en vacances, de déterminer cette araignée nous croyons pourtant que c'était une *Linyphia*.

Digitized by Google

Fig. 3. — Escargots *(Helix)* de diverses espèces (mollusques gastéropodes pulmonés).

Digitized by Google

jaune aux prises avec un *Hélix arbustorum*. Aux prises est beaucoup dire. L'escargot, se promenant sur une feuille de ronce, s'était empêtré dans les filets de l'araignée qui s'appuyait sur cette feuille. Il est à nôter qu'*Hélix arbustorum* est remarquablement vif, pour un escargot bien entendu. Lorsqu'on le prend par la coquille, au lieu de réintégrer sa maison, il s'agite et se tord vigoureusement, et s'il s'y trouvait enfermé il en sort aussitôt comme pour se rendre compte de quoi il tourne. On peut le toucher sous le pied et même sur le mufle sans qu'il manifeste aucun étonnement. Seuls les tentacules réagissent à la rencontre d'un corps étranger, et encore, modérément. Et donc notre Hélix s'agitait comme un beau diable, cherchant à se libérer, mais embarrassé dans ces fils gluants comme un poussin dans de l'étoupe, il n'y parvenait pas. A quelques centimètres derrière lui, l'araignée en arrêt paraissait l'observer. Longtemps elle demeura dans cette position expectante, sans un mouvement. Enfin, elle se décide, s'avance et grimpe sur la coquille de l'intrus. Bien entendu, celui-ci ne paraît pas se douter, et vraisemblablement ne se doute pas, qu'il la porte sur son dos: Nouvelle observation de la part de l'araignée. Il faut croire que ses yeux, pourtant nombreux, la renseignent mal, car la voici qui avance du côté de la tête de l'Hélix une de ses huit longues pattes et se met à tâter. Hélix ne réagit pas à ce contact. Alors l'araignée lui descend sur le cou. Le bord du péristome est très sensible chez les escargots. L'araignée l'ignore sans doute, car la voici qui se penche comme pour mordre ou sucer cette partie du corps de l'Hélix. Va-t-elle le piquer, le pincer, le paralyser?... Si elle l'a mordu ou piqué, elle ne l'a certainement pas paralysé, car l'escargot brusquement invagine ses tentacules, se contracte et rentre dans sa coquille tandis que l'adversaire, surpris, recule. De nouveau l'araignée se met en observation. Hélix ne tarde pas à ressortir et recommence ses efforts pour se dégager. L'araignée prend une décision inattendue elle va se placer sous la feuille. Un temps se passe et l'englué continue à se débattre sans succès. Faut-il que ces fils soient collants !... L'araignée réapparait, marche vers l'escargot et commence à tisser autour de lui de nouveaux fils, puis, pour attendre sans doute l'effet de sa manœuvre, repart se placer en embuscade sous la feuille. Nonobstant ces fils nouveaux, l'Hélix parvient enfin au bord de la feuille et passe dessous. Obligé par l'heure tardive de quitter ce spectacle, nous marquons la place avec l'intention de revenir le lendemain matin pour voir ce qui est advenu de l'escargot. Le lendemain matin, il n'y a plus d'escargot et l'araignée, ayant réparé les dommages qu'il avait faits à sa toile, prend, au soleil levant, un bain de soleil.

***

Quelles conclusions tirer de ces petites observations? Il ne semble pas que l'araignée considère l'escargot comme une proie bonne à manger. Elle ne paraît pas chercher à le mordre et certainement ne lui administre aucune injection paralysante. On a plutôt l'impression qu'elle le considère comme un intrus, un lourdaud qui déchire ses toiles. Si donc il se présente sur son domaine et attire son attention par des mouvements désordonnés, elle ne désire sans doute qu'une chose : qu'il s'en aille le plus vite possible. Ne peut-on pas ainsi traduire son attitude d'éloignement après qu'elle a constaté que sa présence et son contact l'ont déterminé à réintégrer sa coquille?... Si elle a l'impression qu'il ne peut pas se tirer d'affaire elle l'enveloppe de fils? Ne serait-ce pas pour l'immobiliser de telle façon qu'il cause à son délicat tissu le moins de dommages possible ?... Nous le pensons pour avoir constaté un autre fait curieux. Dans les espaces qui séparent les gros cailloux du mur, nous avons souvent observé que des escargots collés à l'ouverture de ces cavités étaient recouverts de fils d'araignées formant un réseau enchevêtré qui les séquestrait comme sous une coiffe de mousseline. Il est probable que ce moyen d'arrêter un escargot, surtout s'il est de bonne taille, est assez précaire, car d'un coup d'épaule il se dégagera facilement. L'araignée commet donc une erreur d'appréciation. Il n'en reste pas moins qu'elle obéit, ce faisant, à un instinct judicieux, puisque pour se débarrasser d'un fâcheux, ou bien elle s'écarte pour ne pas le troubler dans ses efforts de libération, ou bien, s'il ne peut se libérer, elle tente de l'immobiliser.

D'aucuns diront que ce sont là de déplorables interprétations vitalistes et que nous prêtons à l'araignée des raisonnements que sans doute elle ne réalise pas. Possible. Admettons qu'elle se comporte *comme si* elle raisonnait. Tant d'hommes, qui pourtant ont la faculté de raisonner, se comportent si souvent comme s'ils ne raisonnaient pas. !

Digitized by Google

Le Salon des Poids Lourds

PAR

R. DUBŒUF

Ingénieur des Arts et Métiers.

Ce dernier des trois salons réservé, cette année, aux seuls poids lourds et véhicules industriels, n'était certes pas suffisamment attrayant pour attirer la grande foule. Cela ne veut pas dire que parmi les visiteurs qui circulaient à leur aise dans le Grand Palais il n'y eut pas autant d'acheteurs que dans la masse qui s'écrasait autour des stands des voitures de tourisme. L'exposition des Poids lourds est une véritable exposition industrielle tant par la nature du matériel exposé que par celle des visiteurs, cette année plus encore puisque la T. S. F. avait été jointe aux cycles.

C'est commercialement un de ses caractères dominants, et dans le même domaine nous aurons fini de situer ce Salon en signalant combien la participation étrangère était minime. Elle se bornait en somme aux seuls véhicules légers de Chevrolet et de Ford qui ont actuellement, les premiers surtout, un succès qu'il serait vain de nier. Les rares véhicules lourds représentant l'industrie américaine étaient présentés non pas par la maison même mais par leurs agents français. Il est évident que les Pierce, Packard et autres ont peu de chances de toucher utilement la clientèle française, leurs véhicules consomment plus d'essence que les nôtres, ils passent pour moins solides et surtout sont par trop handicapés par le transport, qui joue ici un rôle d'autant plus important que le prix de vente à la tonne est plus bas.

Voyons maintenant quels sont les indications techniques de ce dernier Salon. Pour plus de commodité, nous diviserons les différents véhicules en véhicules légers de 500 à 1 500 ou 2 000 kilogrammes ; lourds de plus de 2 000 kilogrammes et spéciaux, balayeuses, auto-pompes, voitures de transport de pompiers, etc...

Des premiers et des derniers, il y a peu de choses à dire. Les camionnettes, normandes, cars, fourgons, etc... de 500 à 2 000 kilogrammes sont généralement de simples châssis de tourisme avec suspension renforcée selon la charge et moteur démultiplié en conséquence ; quant aux véhicules spéciaux, leur étude sort quelque peu du cadre de cet article, car elle nous entraînerait à une description de chacun d'eux que nous ne pouvons songer à entreprendre.

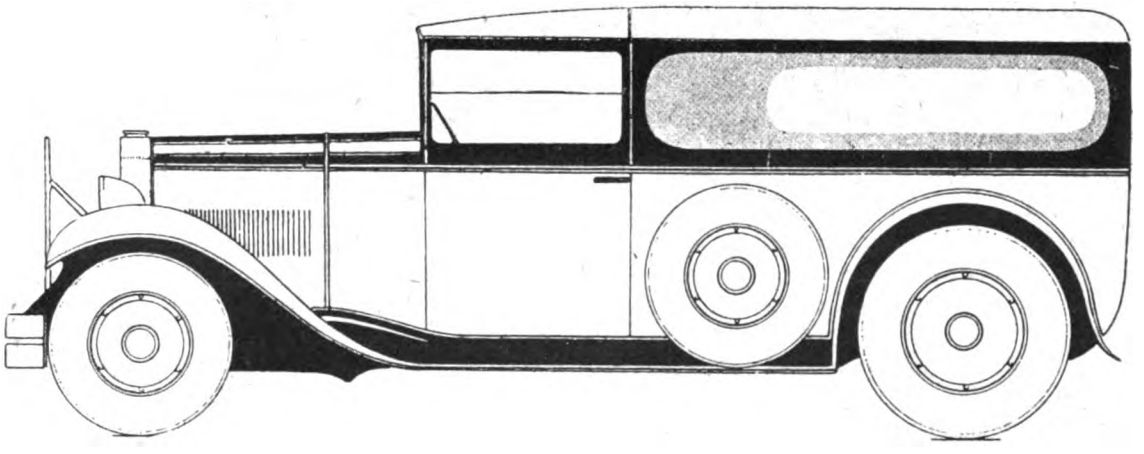


Fig. 1. — Voiture de livraison conduite intérieure.

Nous nous occuperons donc particulièrement du véritable poids lourd : camion, plateau, benne basculante, car, omnibus, etc. Le camion n'était guère, à l'origine, employé que par des particuliers pour leurs transports personnels ; quant aux cars, omnibus ou autres véhicules destinés au transport des personnes, leur emploi était limité aux courses urbaines.

Puis petit à petit le poids lourd s'est attaqué au tramway interurbain et enfin au chemin de fer. Dernier venu, il a dû évidemment essayer de présenter à la clientèle des avantages incontestables tant au point de vue prix que confort, rapidité, exactitude, et cela explique en grande partie l'évolution des poids

Digitized by Google

lourds pendant ces dernières années. Où en est-on d'après cette dernière exposition?

I. — Capacité et puissance des véhicules.

Le châssis de 15 à 25 CV est le plus courant, carrossé en car ou en omnibus il permet de transporter de 30 à 35 personnes à des vitesses variant entre 60 et 70 kilomètres à l'heure, carrossé en camion, on peut le charger de 4 à 5 tonnes.

La lutte pour la baisse du prix de revient de la tonne kilométrique a conduit les constructeurs à créer chaque année de nouveaux types de plus en plus puissants. Ainsi a-t-on pu voir cette année plusieurs modèles permettant le transport de 12 tonnes à 30 et même 35 kilomètres à l'heure. Ces modèles ne sont pas encore très nombreux, mais il est évident que si les pouvoirs publics pouvaient nous donner des routes appropriées, nous ne serions pas longs à dépasser cette charge qui est déjà cependant supérieure à celle d'un wagon moyen.

Certains constructeurs comme Renault, Chenard, Latil, ont essayé de résoudre le problème de l'augmentation de la charge par l'emploi de tracteurs et de remorques. Chenard et Latil en particulier présentaient des remorques de différents types de charge atteignant celle des plus gros camions. Cette solution est surtout intéressante pour de faibles parcours et avec des tracteurs disposant de plusieurs remorques et pouvant ainsi rouler sans avoir à attendre pour le chargement ou le déchargement de celles-ci.

II. — Moteur.

Le moteur courant reste le quatre cylindres, cependant certains constructeurs, comme Berliet, Cottin-Desgouttes, commencent à équiper leurs châssis rapides avec des 6 cylindres. Il est certain qu'il y a peu de différence entre une voiture de tourisme et un omnibus rapide, et que le 6 cylindres doit s'imposer à bref délai sur ce type de véhicule comme il l'a fait sur l'autre.

Le moteur avec gazogène reste stationnaire et pourtant son intérêt n'est pas niable. La clientèle cependant reste réfractaire, certains ont eu évidemment quelques ennuis pas toujours imputables au matériel. Beaucoup se sont en effet figuré qu'ils pouvaient passer outre aux diverses recommandations qui leur étaient faites comme celles relatives au calibrage du combustible et au nettoyage des épurateurs. Les constructeurs se sont, d'autre part, heurtés au mauvais vouloir des chauffeurs, qui préfèrent évidemment le moteur à essence et qui ont réagi autant qu'ils ont pu contre la perspective du chargement journalier du gazogène, plus fatigant que le remplissage d'un réservoir, et contre celle du nettoyage périodique des épurateurs.

Toujours pas ou presque pas de traction électrique, nous ne pouvons pas ici entreprendre une comparaison entre le moteur à explosion et l'électricité, nous nous contentons de constater un fait.

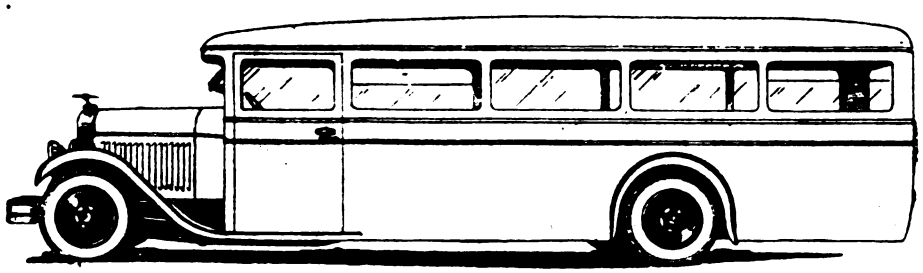


Fig. 2. — Autobus rapide.

La grande nouveauté en tant que moteur est la présentation par Saurer de deux modèles à respectivement 4 et 6 cylindres équipés avec moteur Diesel tournant aux environs de 1 000 tours-minute. Ces deux moteurs n'ont, extérieurement tout au moins, rien de l'allure de véritable usine à laquelle les premiers constructeurs qui s'étaient engagés dans cette voie nous avaient habitués, et à première vue ne paraissent guère plus compliqués qu'un moteur à explosion ordinaire. Le démarrage se fait par moteur électrique très puissant et l'encombrement et le poids du moteur lui-même sont tout à fait normaux. Il est à souhaiter que Saurer réussisse là où tout le monde a jusqu'à présent échoué, tout au moins en France.

A noter également, sur la généralité des moteurs, la présence d'un épurateur d'air.

III. — Roues, pneumatiques et bandages.

Tous les véhicules jusqu'à 8 tonnes sont présentés sur pneumatiques et généralement avec roues à toile pleine Michelin, simples à l'arrière jusqu'à 4 à 5 tonnes, jumelées au-dessus. Ceux de plus de 8 tonnes restent équipés avec bandages pleins, et il est certain que cela n'est pas fait pour arranger les

Digitized by Google

routes. Berliet semble être dans le vrai avec son gros 6 roues, la charge ainsi répartie sur 6 roues au lieu de 4, il a pu les monter avec pneumatiques, certainement de dimensions imposantes mais pourtant pas plus grandes que celles de certains pour châssis 8 tonnes sur 4 roues.

IV. — Transmission.

La transmission par chaîne est cette fois complètement finie et nous ne pensons pas que l'on ait pu en voir une seule sur les divers châssis exposés. Les ponts-arrière se font de plus en plus en une seule pièce en acier moulé avec arbres d'entraînement des roues à l'intérieur des trompettes. Cela conduit dans certains types comme le Saurer à un organe particulièrement imposant mais de lignes très sobres.

Latil sur certains de ces modèles a conservé sa commande par 4 roues motrices et directrices.

V. — Carrosserie.

La carrosserie des cars ou omnibus à voyageurs a suivi celles des voitures de tourisme. Comme pour elles, la voiture fermée est reine et les mêmes caractéristiques se retrouvent. Carrosseries basses, larges, spacieuses, aux angles arrondis, portes très larges, sièges confortables, intérieurs garnis de draps riches aux coloris modernes. Certains cars sont de véritables salons, où rien ne manque, fauteuils larges et profonds, appareil de T. S. F., lavabos, etc...

Les camions, fourgons de livraisons, camionnettes et divers véhicules de ce genre ont tous l'emplacement réservé au chauffeur fermé et il est heureux que les constructeurs soient entrés résolument dans cette voie. Le chauffeur y gagne en confortable et le véhicule, en élégance, car on supprime ainsi tous les dispositifs baroques et toujours inesthétiques que les chauffeurs, pour se préserver des intempéries, ajoutaient sur leurs véhicules.

VI — Freins.

On peut dire que sans exception tous les véhicules de ce Salon sont munis du frein sur les quatre roues et qu'une bonne partie possède un servo-frein. Il est à souhaiter que ce dernier perfectionnement se généralise car le freinage d'un camion lourdement chargé est toujours pénible et demande impérieusement le secours d'un servo-frein.

Tous les freins sont d'un système analogue à celui des voitures de tourisme à tambour et mâchoires intérieures, SOMUA cependant a conservé son frein à ruban extérieur.

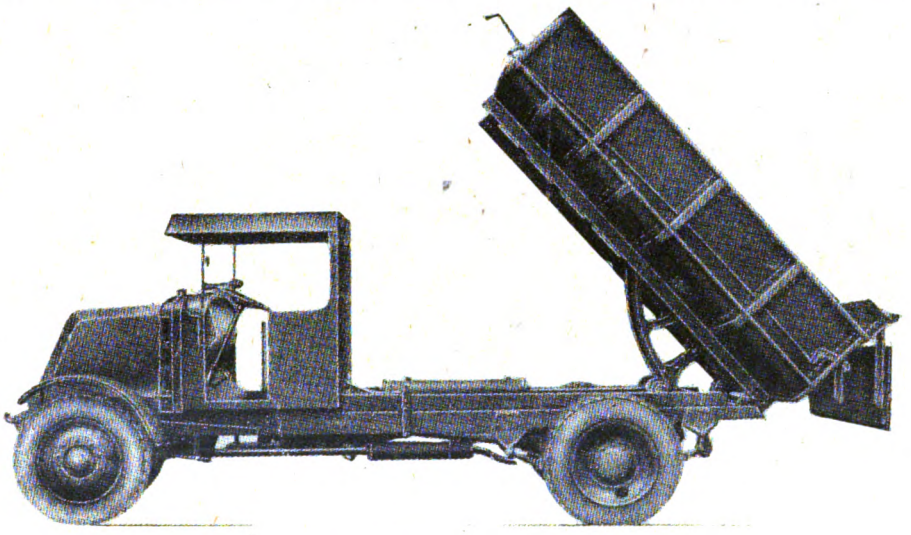


Fig. 3. — Benne basculante sur châssis Renault.

VII. — Les différents stands.

Nous allons passer rapidement en revue les modèles exposés par les différents constructeurs.

Chez Citroën ses types C_1 et C_6 en camionnettes, normande, fourgon pour magasins, voitures de livraison, camion léger, etc... ;

Chez Renault son châssis pour camion 40 CV 6 cylindres avec servo-frein, son 15 CV 6 cylindres type SX, son 10 CV 4 cylindres 3 tonnes, type SR son 20 CV 4 cylindres 3 tonnes 500, type SF et de nombreuses carrosseries : car, taxi, ambulance et enfin un plateau 20 CV type SH avec gazogène ;

Chez Latil son tracteur forestier à quatre roues motrices, une auto-pompe, son châssis à 4 cylindres et un grand car, un fourgon, une benne basculante, une benne à ordures ménagères, un très luxueux car-salon, un tracteur avec remorque ;

Digitized by Google

Chez SOMUA sa très grosse pompe très connue, une arroseuse, un plateau à gazogène, une benne à ordures ménagères une benne basculante, un car, un autre pour le transport de pompiers, un petit camion avec chenilles et treuil vertical à l'arrière, son nouveau châssis super-allongé pour car avec moteur 6 cylindres ;

Chez Laffly son châssis 4 tonnes à 6 cylindres ultra-rapide, vitesse 80 kilomètres à l'heure, ses balayeuses type Ville de Paris, un très beau car-salon et différents véhicules classiques ;

Chez Unic ses châssis L 7 D 1 400 kilogrammes, 11 CV, vitesse 60 kilomètres à l'heure, MIO2. 2 200 kilogrammes 15 CV, M 8 C 12 CV, M 9 A 15 CV et différents types carrossés : un car, un fourgon, une ambulance, un taxi, un omnibus d'hôtel ;

Chez Rochet Schneidei, une auto-pompe type FR6, débit 120 000 litres à l'heure, pression 12 kilogrammes, son châssis 3 tonnes, 13 CV, à servo-frein, son châssis 2 tonnes 12 CV, un châssis avec gazogène au bois, un car sur 3 tonnes, un sur 2 tonnes, un fourgon, une benne basculante ;

Chez Saurer son châssis 2 BG, 2 500 kilogrammes, son 6 BLD, 6 000 kilogrammes avec moteur Diese 6 cylindres, son 5 AD, 5 000 kilogrammes avec Diesel 4 cylindres, son 3 BN, 4200 kilogrammes à 6 cylindres et divers véhicules carrossés ;

Chez Delahaye une auto-pompe type 85/59 APE avec échelle de 20 mètres, débit 120 000 litres, une deuxième auto-pompe type 83/59 même débit, une de premier secours type 92/PS, ses châssis 89.4 tonnes 95,5 tonnes, 107 M, 500 kilogrammes, 83/59 pour car et un car d'hôtel, du camion citerne type 83 2 000 kilogrammes, une benne à ordure de 2 500 kilogrammes, un camion même charge, une camionnette 1 500 kilogrammes, type 104 ;

Chez Berliet un plateau monte-fûts 12 tonnes, 6 roues, 6 cylindres type GPL, ses châssis VHB, 2 000 kilogrammes, VHAB, 1 000 kilogrammes, VHFB 6 cylindres omnibus 25 places, son CBA, 5 tonnes, un 3 000 kilogrammes à gazogène et enfin une plate-forme spéciale pour mitrailleuses, pour tous terrains, à 6 roues motrices dont 4 directrices ;

Chez SCÉMIA une auto-pompe, 2 cars, un autobus 40 CV, SCÉMIA-Renault, une ambulance et une benne à ordures 10 CV ;

Chez de Dion-Bouton une auto-pompe, un omnibus d'hôtel, un car, une benne à ordures, un fourgon ;

Chez Panhard, son 4-cylindres sans soupapes à gazogène, charge 2 500 kilogrammes, ses C16, 5 000 kilogrammes, C 12, 2 500 kilogrammes, également avec sans soupapes ;

Chez la Licorne ses différents châssis pour camionnettes 300, 400, 500, 800, 1 000 et 1 500 kilogrammes et pour camions 2 000, 2 500, 3 000 et 3 500 kilogrammes ;

Et enfin, chez Miesse un 8-cylindres, 6 roues à deux ponts commandés avec freins sur les six roues et servo-frein ; Sovel, un 5 tonnes électrique ; Willème, agent de Liberty, un plateau 7,5 tonnes ; Dewald, une benne, Bernard, un 20 CV 6 cylindres et un car ; Ariès son 4 tonnes en benne basculante, camion et une ambulance ; Cottin-Desgouttes, un car rapide 20 CV, 6 cylindres pouvant atteindre 90 kilomètres à l'heure, et ses châssis 20 CV 6 cylindres et 2 500 kilogrammes ; Rosengart, toutes les carrosseries camionnette, voiture de livraison... sur son petit 5 CV ; Lavigne, agent d'AS un 3 tonnes, Pierce, son châssis normal, Ford, son nouveau châssis en camion léger et camionnette, chez Chevrolet son petit camion avec diverses carrosseries, plateau, fourgon, car, etc...

Digitized by Google

Une hypothèse géniale de Descartes : les Tourbillons

PAR

Le Dr EUGÈNE RICHARD (1)

Médecin-inspecteur de l'Armée au C. R. Ancien professeur à l'École du Val-de-Grâce.

I. — Descartes et l'esprit scientifique.

Descartes avait avant tout une grande puissance de pensée, qu'il s'est appliqué à entretenir et à développer par un entraînement permanent et par une sage discipline. Épris de clarté, avide d'apprendre et de comprendre, il éprouvait au suprême degré la joie de connaître, ce qui lui a fait dire qu'il était l'homme le plus heureux de son temps. Penser était sa seule ambition : « Je me tiendrai toujours, dit-il à la fin de son *Discours de la Méthode*, plus obligé à ceux par la faveur desquels je jouirai sans empêchement de mon loisir, que je ne serai à ceux qui m'offriraient les plus honorables emplois de la terre. » Il a été un de ceux qui ont le mieux saisi l'importance des notions causales. Il allait au-devant des effets pour chercher à en découvrir les causes, mais se montrait très objectif et très consciencieux dans la connaissance exacte de ces effets ; aussi a-t-il pu dire que, pour l'appréciation de ses idées, il n'a jamais rencontré de critique plus sévère, ni plus équitable que lui-même. Nous le trouverons toujours prêt à faire accueil aux découvertes nouvelles.

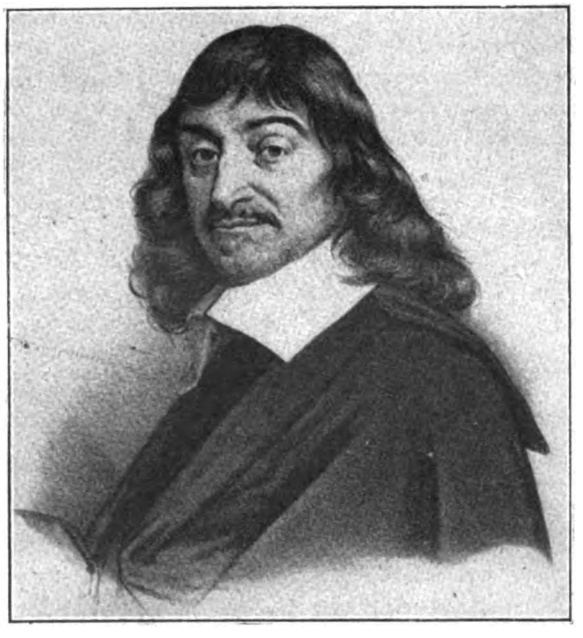


Fig. 1. — Descartes (1596-1650) (d'après Franz Hals).

On doit distinguer en lui le métaphysicien — côté par lequel il n'entre pas dans le cadre de cette étude — le mathématicien, le physicien, le physiologiste, l'astronome. Il contribua beaucoup au progrès des mathématiques par l'introduction d'un nouveau mode de notation en algèbre, celui des exposants, par l'application de l'algèbre à la géométrie des courbes, ce qui facilitait énormément la solution de problèmes considérés comme insolubles avant lui.

En physique, il découvrit la loi exacte de la réfraction, et donna de l'arc-en-ciel une explication plus approchée. En 1644, un an après la découverte de Torricelli, il eut, à Rouen avec Pascal, un entretien où, discourant de la densité décroissante des couches d'air avec l'altitude, ils comparaient ensemble l'atmosphère à une pile de ballots de laine superposés dont les inférieurs sont d'autant plus comprimés et aplatis, qu'ils appartiennent à des couches plus basses. Cette conception, des plus simple, devait se révéler juste, puisque d'elle est sortie, trois ans plus tard, l'expérience célèbre du Puy-de-Dôme qui fit faire un grand pas à la physique de l'atmosphère. A la suite de l'Anglais Gilbert William, il se familiarisa avec les aimants dans lesquels il vit très nettement des conduits (nous disons des conducteurs), canalisant la matière subtile (l'éther) et sur lesquels il émet d'autres vues très justes. Ainsi il dit que l'aimant naturel est resté longtemps dans sa position première et l'orientation des conduits a persisté. C'est dans le fer et l'acier que ces conduits persistent. Il n'y a pas de fer et d'acier qui n'aient quelque chose de l'aimant : il n'y a pas non plus de fer et d'acier qui n'aient tout de cette vertu et qui ne puissent en acquérir davantage. Il connaissait les spectres magnétiques qu'on produit en répandant légèrement de la « limure » de fer sur un plan bien uni.

(1) Décédé le 5 juillet 1926.

Digitized by Google

Il reconnaissait dans le soleil un feu qui brûle sans consommer, mais « outre les astres, dit-il, je ne connais rien au monde que le feu qui produise de la lumière ». C'était entrevoir par avance la nature distinctive de la lumière électrique.

Cette nouvelle orientation de la science, introduite par F. Bacon et Descartes, était faite pour frapper vivement les contemporains, qui furent sûrement gagnés à l'esprit de sa méthode, laquelle semblable à celle de François Bacon, rompant avec les divagations de l'ancienne métaphysique, enseigne « qu'on peut trouver une pratique par laquelle, connaissant la force et les actions du feu, de l'air, de l'eau, des astres, des cieux et de tous les autres corps qui nous environnent, aussi distinctement que nous connaissons les divers métiers de nos artisans, nous les pourrions employer en même façon à tous les usages auxquels ils sont propres, et ainsi nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature » (*Discours de la Méthode*, 6e partie). L'esprit de cette révolution — car c'en fut une, aussi bien en France qu'en Angleterre — a été concrété par Fontenelle, sous la forme plaisante qui suit, dans un des *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686). (Dans un opéra de l'époque, on voyait Phaéton emporté dans les airs.)

« Je me figure que la nature est un grand spectacle qui ressemble à celui de l'Opéra. Du lieu où vous êtes à l'Opéra, vous ne voyez pas le théâtre tout à fait comme il est ; on a disposé les décorations, les machines pour faire de loin un effet agréable, et on cache à votre vue ces roues et ces contrepoids qui font tous les mouvements. Aussi ne vous embarrassez-vous guère de deviner comment tout cela joue. Il n'y a peut-être que quelque machiniste caché dans le parterre, qui s'inquiète d'un vol qui lui aura paru extraordinaire, et qui veut absolument démêler comment ce vol a été exécuté. Vous voyez bien que ce machiniste-là est assez fait comme les philosophes. Mais ce qui, à l'égard des philosophes, augmente la difficulté, c'est que, dans les machines que la nature présente à nos yeux, les cordes sont parfaitement bien cachées, et elles le sont si bien qu'on a été longtemps à deviner ce qui causait les mouvements de l'univers. Car, représentez-vous tous les sages à l'Opéra, ces Pythagores, ces Platons, ces Aristotes, et tous ces gens dont le nom fait aujourd'hui tant de bruit à nos oreilles ; supposons qu'ils voyaient le vol de Phaéton que les vents enlèvent, qu'ils ne pouvaient découvrir les cordes, et qu'ils ne savaient point comment le derrière du théâtre était disposé. L'un d'eux disait : « C'est une certaine vertu secrète qui enlève Phaéton. » L'autre : « Phaéton est composé de certains nombres qui le font monter. » L'autre : « Phaéton a une certaine amitié pour le haut du théâtre ; il n'est point à son aise quand il n'y est pas. » L'autre : « Phaéton n'est point fait pour voler, mais il aime mieux voler que de laisser le haut du théâtre vide », et cent autres rêveries, que je m'étonne qui n'aient pas perdu de réputation toute l'antiquité. A la fin, Descartes et quelques autres modernes sont venus qui ont dit : « Phaéton monte, parce qu'il est tiré par des cordes, et qu'un poids plus pesant que lui descend. » Ainsi on ne croit plus qu'un corps se remue, s'il n'est tiré, ou plutôt poussé par un autre corps ; on ne croit plus qu'il monte ou qu'il descende, si ce n'est par l'effet d'un contre-poids ou d'un ressort ; et qui verrait la nature telle qu'elle est, ne verrait que le derrière du théâtre de l'Opéra. »

II. — L'hypothèse des Tourbillons et la loi de Newton sur l'attraction.

La cause motrice dans la mécanique céleste est un des problèmes qui ont le plus sollicité la curiosité humaine. Par une belle nuit étoilée, ou après avoir pris contact avec la cosmographie, il est arrivé à plus d'un parmi nous de se poser la question, qu'Alfred de Musset met dans la conversation des deux personnages les plus intéressants de son proverbe : « Il ne faut jurer de rien. » (1836) « Pourquoi ce ciel immense n'est-il pas immobile? Dis-moi, en vertu de quelle force ont-ils commencé à se mouvoir, ces mondes qui ne s'arrêteront jamais? » Dès que Copernic eut fixé le système des mouvements planétaires, cette question devait s'imposer ; et ce fut Descartes qui le premier en a tenté une explication rationnelle, avec sa théorie des Tourbillons, laquelle a connu des fortunes diverses : d'abord accueillie avec enthousiasme, elle perdit peu à peu en faveur à mesure qu'entre les mains des mathématiciens la découverte de Newton se révélait de plus en plus féconde. Mais elle n'a cessé de conserver des partisans fidèles, confiants dans le génie du maître et dans la science future qui, ils en avaient la ferme conviction, homologuerait un jour sa conception capitale. Ce jour me semble venu, car ainsi qu'on le verra, les Tourbillons portaient en germe une première forme de la conception électro-dynamique de la mécanique céleste. La conception de Descartes était celle-ci : « Le soleil et les étoiles fixes sont le centre d'autant de tourbillons de matière subtile qui font circuler autour d'eux les planètes. » Elle impressionna vivement les contemporains de Descartes et la génération suivante. Notre documentation partira d'abord sur ce qu'on peut appeler la belle époque des Tourbillons, laquelle s'étend

Digitized by Google

depuis l'apparition des « Principes » (1644) jusque vers la fin du XVIIe siècle.

Peu de temps avant l'apparition de l'œuvre précitée de Fontenelle, Molière portait sur la scène *Les Femmes Savantes*, où nous relevons le dialogue suivant (acte III, scène II).

BÉLISE. — ... Je goûte bien mieux la matière subtile.

TRISSOTIN. — Descartes pour l'aimant donne fort dans mon sens.

ARMANDE. — J'aime ses tourbillons.

PHILAMINTE. — Moi, ses mondes tombants.

La matérialité de l'éther, sa circulation à travers l'aimant que Descartes considérait, à juste titre, comme un conduit (nous disons aujourd'hui « un conducteur »), sa facilité à se prêter comme force motrice au même titre que le vent, l'attraction des astres tendant à tomber les uns sur les autres, étaient alors les sujets qui retenaient l'attention des gens instruits de la Cour et de la ville, défrayant les conversations des salons où les choses paraissent s'être passées alors comme de nos jours. Mais si nous voulons une exposition très claire des Tourbillons, cette fois « par un docteur de la ville » pour parler le langage de Chrysale, c'est encore à Fontenelle que nous devons nous adresser, car la citation textuelle qui va suivre a le précieux avantage de nous faire voir avec quelle netteté on concevait alors ces Tourbillons, et nous serons surpris, une fois parvenus au terme de cette étude, de découvrir combien, après deux siècles et demi, il y a peu à y ajouter pour les faire nôtres, presque sans changement. (Fontenelle *La Pluralité des Mondes*, 4e Soir.)

« Si vous saviez ce que c'est que les Tourbillons de Descartes, ces Tourbillons dont le nom est si terrible et l'idée si agréable !

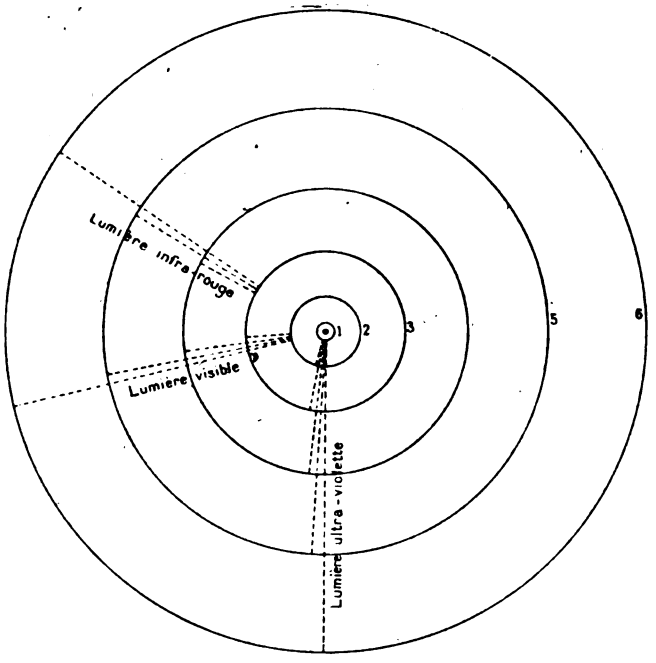


Fig. 2. — Le modèle de l'atome d'après BOHR, modifié par Sommerfeldt et actuellement discuté par certains physiciens (Stark, L. de Broglie, etc.). La rotation continuelle et extrêmement rapide des électrons périphériques autour du *proton* central, est une remarquable interprétation toute moderne du système tourbillonnaire général imaginé par Descartes comme principe de toute force et de toute matière.

« Ce qu'on appelle un Tourbillon, c'est un amas de matière dont les parties sont détachées les unes des autres, et se meuvent toutes, en un même sens ; permis à elles, d'avoir, pendant ce temps-là, quelques petits mouvements particuliers, pourvu qu'elles suivent toujours le mouvement général. Ainsi un Tourbillon de vent, c'est une infinité de petites parties d'air, qui tournent en rond toutes ensemble, et enveloppent ce qu'elles entourent. Vous savez que les Planètes sont portées dans la matière céleste, qui est d'une subtilité et d'une agitation prodigieuses. Tout ce grand amas de matière céleste, qui est depuis le soleil jusqu'aux étoiles fixes, tourne en rond, et emportant avec soi les Planètes, les fait tourner toutes en un même sens autour du soleil, qui occupe le centre, mais en des temps plus ou moins longs, selon qu'elles en sont plus ou moins éloignées. Il n'y a pas jusqu'au soleil qui ne tourne sur lui-même, parce qu'il est justement au milieu de toute cette matière céleste ; et vous remarquerez en passant que quand la terre serait dans la place où il est, elle ne pourrait encore faire moins que de tourner sur elle-même.

« Voilà quel est le grand Tourbillon dont le soleil est comme le maître ; mais en même temps, les planètes se composent de petits Tourbillons particuliers à l'imitation de celui du soleil. Chacune d'elles en tournant autour du soleil ne laisse pas de tourner autour d'elle-même, et fait tourner aussi autour d'elle en même sens une certaine quantité de cette matière céleste, qui est toujours prête à suivre tous les mouvements qu'on lui veut donner, s'ils ne la détournent pas de son mouvement général. C'est là le Tourbillon particulier de la planète, et elle pousse aussi loin que la force de son mouvement se peut étendre. S'il faut qu'il tombe dans ce petit Tourbillon quelque planète moindre que celle qui y domine, la voilà emportée par la grande, et forcée indispen-

Digitized by Google

sablement à tourner autour d'elle, et le tout ensemble, la grande Planète, la petite et le Tourbillon, qui les renferme, n'en tourne pas moins autour du soleil. C'est ainsi qu'au commencement du monde, nous nous fîmes suivre par la lune, parce qu'elle se trouve dans l'étendue de notre Tourbillon, et tout à fait à notre bienséance. Jupiter, dont je commençais à vous parler, fut plus heureux ou plus puissant que nous. Il y avait dans son voisinage quatre petites planètes, il se les assujettit toutes quatre ; et nous qui sommes une planète principale, croyez-vous que nous l'eussions été, si nous nous fussions trouvés proche de lui? Il est huit mille fois plus gros que nous, il nous aurait engloutis sans peine dans son Tourbillon, et nous ne serions qu'une lune de sa dépendance, au lieu que nous en avons une qui est dans la nôtre, tant il est vrai que le seul hasard de la situation décide souvent de toute la fortune qu'on doit avoir. »

Cet exposé enthousiaste de Fontenelle date de 1686 : l'année d'après paraissaient les « Principes » de Newton, et peu à peu les Tourbillons de Descartes perdirent de leur prestige à mesure que la théorie de l'attraction gagnait une faveur grandissante. A la réflexion et à distance, on se rend compte aujourd'hui que les événements se sont succédé dans un ordre parfaitement logique et que les questions se sont sériées d'elles-mêmes. Les mathématiques étaient très développées au XVII^e^ siècle, grâce en partie à Descartes lui même, la meilleure preuve en est la découverte même de Newton. La théorie de Descartes contenait *en germe* une idée féconde, mais celle de Newton *exprimait* une grande vérité physique d'une précision absolue, *utilisable d'emblée*, étant la formule mathématique, figée, muette comme un sphinx, d'une des grandes forces qui régissent à distance l'action réciproque des astres les uns sur les autres. Les fruits recueillis se révélèrent en effet splendides, dépassant toutes les espérances, grâce à l'œuvre des géomètres, comme les appelait Laplace qui, cent vingt ans après, leur rendant justice, aux Français surtout, lesquels y apportèrent la plus forte part contributive, décerne à Newton ce bel hommage : « Le Livre des Principes » restera comme un monument de la profondeur du génie qui nous a révélé la plus grande loi de l'univers. » Et on ne peut lire, sans en être impressionné, le dernier paragraphe de « l'Exposition du système du Monde », lequel débute ainsi : « L'Astronomie, par la dignité de son objet et par la perfection de ses théories, et le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence. » Encore récemment, à l'occasion de l'éclipse de lune du 31 août 1924, M. Bigourdan a pu terminer ainsi sa communication à l'Académie des Sciences, dont il était alors le président. « Nous avons pu constater que nos calculs étaient exacts et aussi que ni notre terre ni son satellite ne s'étaient dérangés d'une seconde dans leur course vertigineuse à travers l'espace infini. » Tout cela a permis de dire que l'astronomie de position était une science parfaite, achevée.

A cette magnifique conquête les Tourbillons ont-ils pris une part quelconque? Aucune. Alors elle est l'œuvre exclusive de l'Attraction? Pas davantage. Et cela pour la raison bien simple que physiquement on était aussi peu renseigné sur l'une que sur l'autre de ces deux forces. Ce sont les observations astronomiques fécondées par le calcul, qui, à la suite de Copernic et à commencer par Tycho-Brahé et Képler, puis avec Galilée, Newton et leurs successeurs dont le plus illustre fut Laplace, ont accompli cette grande œuvre. Si l'on refusa une part quelconque aux Tourbillons, on était bien obligé de se montrer un peu plus courtois vis-à-vis de l'attraction en disant d'elle que c'est *comme si* elle y avait participé : on eût été embarrassé d'en dire davantage, ignorant tout d'elle, au point de vue physique s'entend. Le superbe monument est le résultat de l'observation patiente, rigoureuse, et des mathématiques. Cela suffit-il alors pour nous désintéresser des Tourbillons et de l'attraction? Non! Ce travail des mathématiques qui nous apporte des données d'une impeccable précision, ne nous révèle absolument rien touchant la cause des mouvements sidéraux et ne saurait nous satisfaire : seulement, il nous est hautement précieux parce qu'il doit nous guider sûrement dans la recherche et la confirmation de cette cause.

III. — Ce qui manque à la loi de Newton.

Parmi les adversaires de Descartes, il s'en est trouvé qui taxaient ses Tourbillons d' « éblouissantes chimères masquant une pauvre physique. » Or, à la base de l'attraction newtonienne se trouve la double loi : « les astres s'attirent suivant une droite qui relie leurs centres, en raison directe de leurs masses, et inverse du carré des distances. » C'est là une vérité bien établie et la force physique qu'on découvrira pour expliquer des effets si nets ne pourra être homologuée qu'à la condition de correspondre à l'intégralité de cette formule. Mais il reste les mouvements circulaires, ceux de rotation, de révolution : pour les expliquer on a dû recourir à une force centrifuge hypothétique qui imprimée aux astres à l'origine de la période cosmogonique, neutralise l'attraction, se dépensant à jet continu, sans s'épuiser jamais, bref réalisant le mythe du mouvement perpétuel. Puis il se trouve que le long de leurs

Digitized by Google

orbites elliptiques les planètes et satellites tantôt accélèrent (en périhélie ou périgée) tantôt ralentissent (en aphélie ou apogée) leur marche. Il est bien singulier qu'une force initiale, une fois imprimée, ne se soit pas trouvée dépensée après un certain nombre de ces ralentis. Où puisent-ils alors le regain d'énergie nécessaire pour continuer leur mouvement de révolution? Et les comètes qu'accidentellement le soleil retient dans son orbite, comment se fait-il qu'elles suivent la discipline des planètes, se mouvant dans le même sens? Où est la force centrifuge qui les oriente ainsi? Képler avait déjà nettement reconnu que si la Terre et la Lune n'étaient pas retenues dans leurs orbites respectives « par quelque force *vive* ou *autre* » elles se précipiteraient l'une sur l'autre. Cette *force vive* ne doit, ne peut pas être recherchée dans la force centrifuge qui, à supposer même qu'elle eût jamais été en jeu, n'aurait pu être opérante qu'à très court terme et à la condition d'être, comme toute force continue, renouvelée dans la mesure où elle se dépensait. Cette soi-disant force centrifuge n'est autre que le champ électrique tourbillonnaire tel que nous allons apprendre à le connaître. Et dès lors, nous reconnaissons que la rivalité entre les Tourbillons et l'attraction a été une méprise et que, désormais mieux informés, nous devons, non pas renvoyer les deux parties dos à dos, mais la main dans la main, telles qu'elles se montrèrent à Newton à l'aube même de la grande découverte, l'une nettement dissociée et prépondérante dans la pomme qui tombe, les deux se faisant équilibre dans la lune que leur action combinée maintient dans son orbite. En effet, il est superflu de faire remarquer que la théorie de Newton n'est nullement inconciliable avec celle de Descartes. Si l'attraction agissait seule, les astres de notre système solaire seraient arrivés à se fondre en une masse commune avec le soleil. Les Tourbillons de Descartes sont comme une force défensive propre à chaque astre et qui maintient à la distance voulue ces « mondes tombants » planètes ou satellites, qui sans cela viendraient faire corps avec lui. Ces deux forces combinées entretiennent l'harmonie dans notre système solaire : loin de s'exclure elles se complètent : supprimez l'une et vous faussez tout le mécanisme. Substituer les Tourbillons à la force centrifuge peut sembler chose indifférente, alors qu'elle est de première importance, c'est remplacer par une force vive sans cesse renouvelée quelque chose d'hypothétique, d'inopérant parce qu'inexistant, bref un fantôme.

Beaucoup de bons esprits ont souhaité voir la conciliation se faire ainsi. Dans son Éloge de Descartes (1765) Antoine Léonard Thomas, membre de l'Académie française, voyait la possibilité de réunir les deux empires divisés, attraction et impulsion, en découvrant la chaîne qui les joint. Et c'était au moment même où les Tourbillons étaient « devenus ridicules » ; c'est d'Alembert qui nous l'apprend : mais cela n'a pas empêché ce grand mathématicien de rendre un bel hommage à Descartes « dont la théorie séduisante avait l'avantage singulier de rendre raison de la gravitation *par la force centrifuge du tourbillon même.* » (C'est moi qui souligne.) Mais rien n'empêcha la confusion de se perpétuer jusques aujourd'hui, et elle ne peut être dissipée qu'à la lumière de données nouvelles empruntées à la science contemporaine et plus spécialement à l'électro-dynamique.

Au XIIIe siècle un profond penseur, Roger Bacon a émis cette idée : « Plus les hommes sont récents (tard venus) plus ils sont éclairés ; et le savant de son temps ignore bien des choses que saura le vulgaire des étudiants dans les temps futurs. » Le moment est venu pour nous d'être de ces étudiants et de tâcher de comprendre enfin ce que ne pouvait faire ni Descartes, ni la longue lignée de ses sectateurs. Et pour ne pas courir le risque de nous égarer, nous ferons comme Gilbert qui vers 1600 essaya de s'élever des moindres observations sur l'aimant à une science qui englobe tout le globe terrestre : de plus, nous basant sur des notions et expériences claires, classiques, faciles à comprendre, nous resterons dans l'esprit de la méthode cartésienne.

***

Pour l'exposé et l'intelligence de ce qui va suivre, il est indispensable d'être familiarisé avec les termes usuels en astronomie pour indiquer le sens des mouvements : pour cela nous ne pouvons mieux faire qu'emprunter à M. l'abbé Moreux (vol. *D'où venons-nous?*) les explications suivantes : « Tracez avec un morceau de craie une grande circonférence sur le plancher : placez-vous maintenant au milieu de votre cercle, debout et immobile. Tout mouvement qui, sur la circonférence, s'effectuera de votre main droite à votre main gauche, s'appelle mouvement *direct* ; il a lieu dans le sens contraire à celui des aiguilles d'une montre. Le mouvement opposé — celui des aiguilles d'une montre — s'appelle *rétrograde.* »

Si, à présent, nous tendons *verticalement* un fil rectiligne $x\ y$ parcouru par un courant suffisamment intense (une dizaine d'ampères au moins) et si l'on projette de la limaille (la « limure » de Descartes) de fer sur une feuille de carton horizontale traversée par ce fil, on voit se former un spectre magnétique composé de circonférences concentriques (lignes de force) ayant leur centre sur l'axe du fil. Avec une minuscule aiguille aimantée il nous est facile de

Digitized by Google

reconnaître que le sens de ces lignes de force est *direct* (fig. 3). Si nous changeons le sens du courant, en le faisant aller d'*y* en *x*, nous verrons les lignes de force prendre une direction opposée à la précédente, mais toujours dans le sens direct par rapport au petit personnage.

Pour nous, comme pour Descartes, un aimant est un conducteur (il disait un conduit) dans lequel un flux électrique s'engage par un bout, toujours le même, qu'on appelle Pôle Sud, et sort par le bout opposé ou Pôle Nord. Si maintenant nous plaçons *horizontalement* au-dessus d'une aiguille aimantée mobile dans le sens horizontal, le fil ci-dessus parcouru par un courant que va-t-il arriver? Les lignes de force vont pénétrer dans l'aiguille par son extrémité Sud, pour sortir par son extrémité Nord, et pour recevoir ce courant, ou, s'il est assez intense, elle viendra d'elle-même présenter à sa direction son extrémité Sud de telle façon que ce courant tourbillonnaire d'emprunt y circule de droite à gauche, dans le sens direct; donc, le Pôle Sud sera à droite du personnage, le Pôle Nord à gauche.

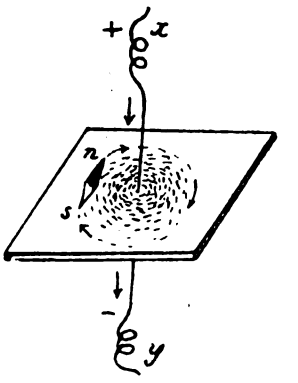


Fig. 3. — Spectre de limaille autour d'un courant, indiquant un système tourbillonnaire de lignes de forces.

De tout cela, il résulte ce fait, expérimentalement démontré, qu'un courant traversant un conducteur détermine autour de ce conducteur un *champ électrique tourbillonnaire dans le sens direct*. Pourquoi, dans le sens direct et pas dans le sens rétrograde? Nous n'avons qu'à maintenir le point d'interrogation. Pasteur est arrivé à la même impasse pour les dissymétries moléculaires : seulement, chemin faisant, il nous a révélé un monde.

Si maintenant, nous nous élevons de ces humbles expériences de laboratoire jusqu'au monde planétaire, nous faisons dès l'abord une constatation surprenante : tous les astres du système solaire tournent autour de leur axe dans le sens *direct* : toutes les planètes tournent autour du soleil, et la plupart des satellites autour de leurs primaires, dans ce même sens *direct* (1). De plus, lorsqu'une comète est rattachée à notre système solaire et devient périodique, elle se comporte comme une planète et fait sa résolution autour du soleil dans le sens direct : sur dix-huit comètes ainsi catalogues, celle de Halley fait seule exception. Y aurait-il dans tout cela une simple coïncidence à tout le moins singulière, avec ce que nous apprennent nos expériences? Le nombre des exceptions est suffisant pour ne pas faire du sens direct une loi inéluctable du mouvement planétaire dans l'univers. Ou devons-nous reconnaître des champs électriques actionnant ces mouvements circulaires qui sont les Tourbillons de Descartes?

Une objection prévue se sera déjà présentée à l'esprit du lecteur : la première condition du champ électrique circulaire, tel que nous avons appris à le connaître, est un flux électrique traversant le conducteur, et où le chercher dans l'espèce?

Laplace cherchant à remonter à la cause des mouvements primitifs du système solaire dit ceci : « Quelle que soit la nature de cette cause, puisqu'elle a produit ou dirigé les mouvements des planètes, il faut qu'elle ait embrassé tous ces corps, et vu la distance prodigieuse qui les sépare, elle ne peut avoir été qu'un fluide d'une immense étendue. Pour leur avoir donné dans le même sens un mouvement presque circulaire autour du soleil il faut que ce fluide ait environné cet astre comme une atmosphère. » (*Exp. du Système du Monde*, note 7.)

Or, la terre, outre sa vitesse de révolution qui est de 30 kilomètres à la seconde, est animée d'un mouvement de translation qui lui est commun avec tout le système solaire et qui, d'après les estimations les plus récentes, serait de 20 kilomètres environ à la seconde. C'est depuis la fin du XVIII^e^ siècle, surtout avec Herschel, que cette donnée est acquise à la science : Laplace la connaissait, mais ne pouvait en faire état, vu le peu d'avancement relatif des découvertes concernant l'électricité, à son époque. Ce n'est qu'en 1884 qu'un savant autrichien, Unterweger, cherchant la cause de trois phénomènes naturels, choisis parmi les plus impressionnants qu'il nous soit donné d'observer, les Aurores polaires, le magnétisme terrestre et les orages électriques, conçut l'idée que cette cause pouvait bien résider dans la translation de notre planète vers l'apex solaire. Son Mémoire a été inséré dans le *Recueil des Mémoires de l'Académie des Sciences de Vienne* (année 1885, volume 50) sous le titre : « Contributions à l'étude de phénomènes cosmo-terrestres. Les Aurores polaires » : il devait être suivi d'autres, mais des recherches effectuées sur place ne m'ont pas permis de découvrir rien de plus de ce génial précurseur à qui sans doute le temps ou les

(1) Sauf cependant quelques satellites très éloignés de leur planète directrice (VIII et IX de Jupiter, IX de Saturne, mais non X semble-t-il), et ceux des deux planètes les plus éloignées du soleil, Uranus et Neptune.

Digitized by Google

loisirs ont seuls manqué pour approfondir sa conception, la développer au degré voulu et l'imposer sinon au crédit, du moins à l'attention du monde savant. Ce qui est certain c'est que ce fut une grande idée, ayant une portée encore bien autre que celle que lui attribuait son auteur, et au service de laquelle on ne saurait trop s'employer.

En 1913, dans son volume *Où allons-nous*, M. l'abbé Moreux écrivait ceci au chapitre II (L'Apex solaire) : « Si le soleil marche dans l'espace, nous pouvons nous demander où il nous emporte... Cette course folle, commencée depuis des milliers de siècles, paraît, au premier abord, quelque peu mystérieuse et cependant elle est une loi nécessaire du mouvement, de l'action, de la vie en un mot. »

Le fait astronomique étant dûment établi, avons-nous sur notre planète des détecteurs qui nous renseignent sur ce mouvement de translation? D'abord, avec Descartes, avec Laplace, avec Unterweger, pour nous en tenir au cadre de cette étude, nous considérons comme avérée l'existence de l'éther intersidéral : personnellement j'estime qu'il serait tout aussi vain de faire de la biologie générale sans l'oxygène que de la cosmologie sans l'éther ; et comment comprendre sans lui tout ce qui concerne la T. S. F.? Mais ce n'est pas ici le lieu d'insister davantage (1).

Tout mouvement supposant un moteur, la progression du système solaire vers l'apex n'est concevable que par l'existence d'un vaste flux dont nous pouvons dire qu'il entraîne tous les astres de ce système avec sa vitesse, à lui, à la façon dont progresse un corps flottant immergé dans un courant d'eau ou une plume que le vent emporte avec lui, Du moment que soleil, planètes et satellites sont entraînés à la même allure, il ne saurait être question d'une force inhérente à chacun de ces astres, d'autant moins que tous leurs axes de rotation sensiblement dirigés dans le même sens indiquent qu'une même force, *étrangère à chacun d'eux*, mais la même pour tous, les mène, et c'est là une constatation de la plus haute importance. Pour reprendre l'idée ci-dessus de Laplace, c'est ce fluide qui agissant sur chaque astre isolément, lui imprime « un mouvement presque circulaire autour du soleil. » Chacun d'eux est un conducteur traversé par le flux de translation lequel y développe un champ électrique circulaire dans le sens direct, et dont l'intensité est en raison directe de la masse de chacun. Ce sont là les Tourbillons, et si nous relisons leur description dans la page précitée que leur consacre Fontenelle, nous resterons émerveillés de la sûreté des déductions qui ont permis à Descartes d'entrevoir au XVIIIe siècle ce que nous commençons seulement à comprendre aujourd'hui. Et nous devons aussi rendre justice à Gilbert qui, en Angleterre, dans la génération qui a précédé Descartes, a reconnu dans la terre un *axe magnétique invariable* que nous avons d'autant plus de raison d'attribuer au courant de translation que, suivant le même auteur, « la force magnétique qui pénètre notre globe pourrait bien jouer un rôle dans le système du monde. » Quant aux mouvements tourbillonnaires proprement dits, Henri Poincaré a pu écrire que « les nébuleuses spirales nous montrent qu'ils existent réellement dans la nature. »

***

Et maintenant que nous avons découvert l'origine de la force magnétique qui entraîne notre planète nous n'aurons pas de peine à la reconnaître embrassant la terre qui lui présente son hémisphère Sud ; et nous comprenons très facilement ce que nous enseignent tous les Traités de Physique, que l'aiguille aimantée ne marque aucun signe de translation : cela tient à ce que suspendue à un fil, posée sur un pivot ou sur un flotteur en liège, elle progresse elle-même à la vitesse de ses supports et de tout ce qui l'entoure. Si elle s'oriente, c'est parce que l'aimant laisse passer le flux terrestre de translation plus vite que l'air. C'est là une constatation d'une très haute portée et dont les conséquences nous entraîneraient loin des Tourbillons. Seulement, prenons-en note soigneusement.

Ayant établi l'origine et la nature électrique des Tourbillons, nous voici, mes lecteurs, et moi, en pleine conformité avec une tendance qui se fait jour de plus en plus et qui est d'attribuer décidément à l'électricité le principal rôle dans la mécanique céleste. Déjà dans le *Traité du Ciel* d'Aristote, l'élément dit éther est la cause du mouvement circulaire des astres ; et dans un mémoire analysé par le *Mercure de France* de 1755, l'idée mère est que c'est l'électricité qui commande les mouvements du monde : « Ce mécanisme de l'éther, qui communique à certains corps seulement les propriétés électriques proprement dites, influence en réalité tous les corps et les soumet aux lois de la gravité, de l'attraction, à toutes les lois naturelles en un mot, et particulièrement aux lois de la vie et de la génération des êtres animés, aux lois de la cristallisation et des affinités chimiques des corps matériels. » Ceci est de 1755. L'Éloge de Descartes par Thomas est de 1765 (voir Bouillier).

Très curieuse aussi la strophe suivante d'une Ode

(1) Les théories de la physique moderne conduisent très généralement à refuser l'existence à l'éther avec ses propriétés telles qu'on les admettait au XIXe siècle. Mais nous avons désiré laisser l'auteur développer l'intéressante théorie qui est une forme électrodynamique donnée aux idées de Descartes. (N. D. L. R.).

Digitized by Google

sur l'électricité, que Barbaroux, député, a composée en 1793, alors que, proscrit, il était caché avec Louvet, Buzot, Pétion et Guadet au manoir de Kervenargan, dans la baie de Douarnenez (Finistère) en attendant la barque qui devait les sauver (*Mémoires de Louvet*).

Suis-moi dans les plaines du vide,
Mortel ! Sur le trône des airs
Vois ce feu moteur, il préside
A la marche de l'univers.
Astres dont une main puissante
Sema cette voûte éclatante,
Parlez, qui vous tient suspendus?
Ah ! sans cette force immortelle,
Roulant dans la nuit éternelle,
Les Mondes seraient confondus.

L'auteur a eu nettement en vue les deux forces antagonistes qui règlent la gravitation, et a reconnu que sans les Tourbillons depuis longtemps « les mondes seraient confondus. »

Mais, pour ne parler que de ce qui est près de nous, à la fin du siècle dernier, K. V. Zinger, le fondateur de l'Observatoire astro-physique de Prague, a formulé une théorie électro-dynamique des mouvements des astres. Et, tout récemment, le professeur Dr A. Nippoldt termine sa monographie consacrée plus particulièrement au magnétisme terrestre (*Erdmagnetism, Erdstrom und Polarlicht*, Berlin 1921) par la conclusion suivante : « Le magnétisme terrestre serait alors un cas particulier du magnétisme universel. »

A distance et à la réflexion, on reste pénétré d'admiration devant la profondeur des vues de Descartes. Il y a 300 ans, avec la puissance de la pensée, et fermement attaché au principe intangible de l'inertie et à celui tout aussi absolu de la distinction entre la matière et l'énergie, il a eu la claire intuition des champs électriques tels que nous les comprenons aujourd'hui, et cela à l'échelle sidérale. Plusieurs des propositions que nous formulons en matière de conclusion sont la répétition et la confirmation des idées de Descartes. Il a pénétré aussi avant qu'il était possible à son époque sa conception des Tourbillons ; après avoir émerveillé ses contemporains et ses successeurs immédiats, elle a connu une longue éclipse au cours de laquelle elle n'a servi qu'à — disons franchement le mot — à le disqualifier.

Les Tourbillons, au XVIIIe siècle, étaient devenus « ridicules » à tel point que d'Alembert a cru devoir les justifier par la considération qu'on ne pouvait imaginer mieux. Et il ajoute : « il n'y avait qu'une longue suite de phénomènes, de raisonnements et, par conséquent, une longue suite d'années qui pût faire renoncer à une théorie si séduisante. Elle avait d'ailleurs l'avantage singulier de rendre raison de la gravitation des corps par la force centrifuge du Tourbillon même, et je ne crains pas d'avancer que cette explication de la pesanteur est une des plus belles et des plus ingénieuses hypothèses que la philosophie ait jamais imaginée. »

C'est là une belle amende honorable. Mais, on ne voit pas très bien si d'Alembert a nettement discerné dans les Tourbillons la force faisant, en permanence, échec à la pesanteur.

Nos professeurs de philosophie la mentionnaient comme une erreur regrettable, incompréhensible chez un si grand génie ; des commentateurs de son œuvre scientifique, les uns ont vu dans les Tourbillons une erreur grandiose du génie, les autres ont cru devoir les passer sous silence, comme une sorte de piété filiale et par respect pour un des grands maîtres de la pensée moderne.

Aujourd'hui, c'est une réhabilitation qui s'impose, tardif hommage à l'adresse de ce grand homme. Faut-il s'étonner que ce soit dans les points où il a été le plus perspicace que nous ayons mis le plus de temps à le pénétrer, et à la comprendre enfin?

Ce qu'il ne pouvait pas voir, c'est la cause ! savoir, le flux de translation qui met en mouvement les champs tourbillonnaires dont chacun des astres de notre système solaire est le centre. Il fallait pour cela faire un pas de plus : et à notre époque, mieux servie par de nombreuses découvertes, on peut risquer ce pas avec confiance.

Quant au discrédit dans lequel la théorie des Tourbillons est tombée pendant près de deux siècles, il s'explique tout naturellement par ce fait qu'après Copernic, il y avait une longue tâche à accomplir, réservée aux géomètres, comme on disait alors, et dont la résultante a été l'admirable précision avec laquelle une lignée non interrompue d'hommes de génie nous a fait connaître la marche du mécanisme céleste.

Mais il n'en reste pas moins que ce fut une erreur d'attribuer tous les mouvements célestes à un seul principe : l'*attraction*.

A mesure que notre science progresse, nous apprenons à mieux comprendre les conceptions de Descartes et à lui rendre justice. Au Congrès de Physique en 1900, le professeur Cornu proclamait : « L'Esprit de Descartes plane sur la physique moderne. Que dis-je, il en est le flambeau ; plus nous pénétrons dans la connaissance des phénomènes, plus se développe et se précise l'audacieuse conception cartésienne relative au mécanisme de l'Univers : Il n'y a dans le monde physique que de la matière et du mouvement. »

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

GÉNIE CIVIL

Cherbourg, port autonome. — Nous avons déjà trois ports autonomes : Strasbourg, Le Havre et Bordeaux, et aucun d'eux ne paraît regretter d'avoir fait l'expérience de l'autonomie. Voici qu'à son tour Cherbourg songe à s'orienter dans cette voie, et l'empressement significatif que mettent tous nos grands ports à demander le bénéfice du nouveau régime est bien la meilleure preuve de ses mérites.

On signale, en effet, de Cherbourg, en date du 29 juillet que la Chambre de commerce de Cherbourg vient d'adopter à l'unanimité moins une voix le rapport établi par son président, M. C.-Th. Quoniam, armateur, pour solliciter le régime de l'autonomie en faveur du port de Cherbourg, envers lequel l'Etat est libre de tout engagement, afin de pouvoir disposer librement de ses ressources, quitte à renoncer au concours financier de l'Etat.

Le rapport montre la nécessité des grands travaux auxquels est lié l'avenir de Cherbourg.

« A l'abri de la grande digue protégeant la rade militaire du côté du large, un important trafic d'escales transatlantiques, desservi par transbordeurs, s'est établi à Cherbourg et a pris un rapide développement : le nombre des voyageurs est passé de 74.619 en 1913 à 195.776 en 1925, et le trafic total des marchandises est passé de 176.808 tonnes en 1913 à 281.763 tonnes en 1925. Pour faire face à ce trafic, on achève actuellement un môle d'accostage pour les transbordeurs sur lequel va être établie une gare maritime vaste et commode. D'autre part, on projette à Cherbourg la construction d'un quai d'escale pour les paquebots avec une profondeur de 23 m. 50 sous les basses-mers, et dont la dépense, supérieure à 20 millions, sera, sauf pour un seul million fourni par l'Etat, à la charge entière de la Chambre de commerce. »

L'assemblée consulaire envisage, en outre, la construction d'un deuxième quai à grande profondeur, « qui sera affecté aux paquebots américains, qui sont à la recherche d'une tête de ligne commode et bien équipée en Europe ». L'exécution du seul quai d'escales à la cote 13 501 est de l'ordre de 35 millions. La Chambre de commerce de Cherbourg, émue de la situation qui va être faite au port par l'entrée en vigueur de la nouvelle loi sur les droits de quai déposée sur le bureau de la Chambre des députés, et plus troublée encore par l'annonce qui a été faite de l'application du coefficient 5 aux taxes prévues par cette loi, envisage comme le parti le plus avantageux le régime d'autonomie qu'elle sollicite : elle réclame par là la libération pour l'Etat de toutes charges, mais la jouissance pour le port de toutes ses ressources et suivant son propre vœu. (*Chronique des Transports.*)

Un super-hôtel. — Une Société déjà propriétaire d'un hôtel gigantesque (l'hôtel La Salle) a mis en service cette année à Chicago l'hôtel Stevens, qui offre 3 000 chambres aux voyageurs et peut recevoir 4 000 convives dans une seule salle de banquets. Il couvre deux tiers d'hectare (125 mètres sur 52 mètres), avec 25 étages au-dessus du sol et 4 en sous-sol. Les communs, réunissent la boulangerie, la blanchisserie, le frigorifique, les ateliers etc., n'ont que 12 étages. Naturellement, l'hôtel fournit lui-même son électricité (éclairage et force motrice) et son chauffage, par vapeur à 12 kilogrammes par centimètre carré, provenant de 7 chaudières de 7 000 mètres carrés de surface. Le bâtiment est réfrigéré en été par l'ammoniac liquéfié ; le frigorifique fournit 25 tonnes de glace par jour (ce qui nous paraît beaucoup pour 3 ou 4 000 consommateurs) et 500 kilogrammes de neige. Quatorze ascenseurs pour le public et dix pour le personnel de service, 4 monte-charges et un *elevator* de 10 tonnes, 47 ventilateurs amenant l'air extérieur filtré et lavé (il est à désirer que l'on fasse aussi bouillir les voyageurs avant de les laisser entrer dans ce temple du Progrès) ou l'expulsant une fois vicié, avec un débit de 15 000 mètres cubes à la minute, absorbent 2 000 kilowatts.

On comprend que les habitués de ces monstrueuses « machines à vivre » soient ravis, lorsqu'ils viennent en France, de dîner par petites tables dans une « Hostellerie » de convention, dont la multiplication étonnante depuis quelques années s'explique par le plaisir qu'y trouvent ces grands enfants ; les trois quarts d'ailleurs sont persuadés que ces « chères vieilles petites choses » datent réellement de la guerre de Cent ans. Ce qui les excuse, à leurs yeux, de ne pas coûter, comme l'hôtel Stevens, 26 millions de dollars.

Un projet de « superavenue » à Chicago. — A la suite d'un concours ouvert pour l'exécution d'avenues larges de 200 pieds, M. Toms, ingénieur de district à Montgomery, a présenté un projet dont la réalisation se ferait progressivement, en commençant par n'exécuter qu'un trottoir avec une bande de chaussée de 20 pieds (6 m. 10). Puis on la ferait suivre d'une chaussée analogue sur l'autre côté de l'accotement, ces deux chaussées pouvant dans la suite être élargies chacune par l'addition de deux nouvelles bandes latérales bétonnées de 6 m. 10 de largeur ; les deux premières bandes longitudinales, donc les plus centrales, serviraient éventuellement au trafic rapide.

Ces « superavenues » doivent avoir 61 mètres de largeur entre alignements et présenter des accotements pour piétons, des places servant de garages pour les camions, de manière que les services d'utilité publique soient assurés sans entraver le trafic rapide ; il y aura aussi des avenues bien délimitées pour les trafics rapide et lent ainsi que pour les lignes électriques de transit rapide. Tous les passages à niveau seraient supprimés.

MINES

La production des mines de charbon françaises depuis trois quarts de siècle. — La production des mines françaises était en 1850 de 4.434.000 tonnes ; elle est passée à 13.330.000 tonnes en 1870, en 1900 elle était de 33.404.000 tonnes ; en 1913, de 40.844.000 tonnes et elle

Digitized by Google

a atteint en 1926 le total de 52.478.000 tonnes. Cette remarquable ascension provient en grande partie du développement de l'extraction dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais :

	Pas-de-Calais	Nord
	(En 1000 tonnes).	
1850	19	1.002
1860	590	1.595
1870	1.895	4.313
1880	4.844	3.702
1890	9.077	5.135
1900	14.595	5.669
1910	18.893	6.600
1913	20.575	6.814
1926	24.044	8.476

Production mondiale du charbon. — Pour l'année 1926, la production mondiale de charbon a été de 1.184.100.000 tonnes. Cette production se répartit comme suit :

Europe	459.000.000	tonnes.
Amérique	615.000.000	—
Asie	75.700.000	—
Afrique	13.000.000	—
Océanie	21.000.000	—

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

La production et la consommation de l'électricité dans la région parisienne. — Dans un article de la *Revue générale de l'Electricité*, M. Malegarie fait observer qu'en 1907, lorsque fut constituée la C. P. D. E. (Compagnie parisienne de distribution d'électricité), la consommation de la population parisienne en énergie électrique était pour cette année de 50 millions de kilowatts-heure. Or en 1926 elle a passé à 532 millions : elle a donc plus que décuplé en vingt ans, et fait brûler douze cent mille tonnes de charbon en une année. Ce qu'il y a d'assez inquiétant, c'est que rien ne fait prévoir, bien au contraire, que cet accroissement soit près de se ralentir : la consommation parisienne n'atteint en effet que 160 kilowatts-heure par tête, alors qu'elle est cinq fois et demie plus élevée (860 kwh.) à Détroit, aux Etats-Unis. On peut donc estimer que la saturation est encore bien loin d'être réalisée.

On sait que l'énergie électrique est fournie par trois organismes, dont le matériel vaut plus d'un demi-milliard de francs-or : la C. P. D. E., qui dispose d'une usine de 400.000 kw. de puissance à Saint-Ouen et d'une de 150.000 kw. à Issy-les-Moulineaux ; l'Union d'Electricité et Société d'Electricité (usines de Gennevilliers, 350.000 kw. et de Vitry, 100.000 kw.) ; enfin la Société d'Electricité de Paris (Saint-Denis, 175 000 kw., et en cours d'établissement à Ivry, 200.000 kw.). De plus, une interconnexion est en voie de réalisation avec diverses usines hydroélectriques, notamment celle d'Eguzon, dont nous avons parlé.

La plus puissante turbine du monde. — Un groupe turbo-alternateur de 208 000 kilowatts, ce qui équivaut à environ 280.000 chevaux-vapeur et représente une puissance trois fois plus considérable que celles déployées par les rares machines géantes en service à l'heure actuelle et presque le double de celles des turbines en construction — se trouve actuellement en voie de montage dans les ateliers de la *General Electric Company*. Ce sera la première des unités de la plus formidable centrale électrique du monde, qui sera établie sur les rives du lac Michigan à la frontière Indiana-Illinois.

A divers égards, la turbine accouplée à l'alternateur sera unique en son genre ; non seulement cette turbine sera la plus puissante de toutes celles qui existent mais le générateur qu'elle mettra en mouvement sera le plus grand du monde ; son rotor tournera à 1 800 tours par minute. Cette turbine sera la première où il sera fait usage de vapeur pour le réchauffage ; l'alternateur engendrera du courant électrique sous la tension de 18.000 volts.

La centrale de la *State Line Generating C°*, dont la puissance totale prévue doit atteindre 1.000.000 de kilowatts, ou environ 1.335.000 chevaux-vapeur, sera plusieurs fois aussi importante que les plus grandes centrales existantes. L'installation en elle-même sera le début d'une nouvelle ère dans la production de l'énergie électrique, car son but exclusif sera d'être producteur et vendeur, en gros, d'électricité. La centrale en construction fournira l'énergie électrique nécessaire aux nombreuses compagnies associées du district Chicago-Illinois-Indiana, qui fut appelé par feu le Dr C. P. Steinmetz, « le plus grand accumulateur de puissance du monde ».

L'installation a été conçue dans le but d'obtenir une puissance encore plus économique que celle produite actuellement, et elle constituera un nouveau progrès du principe de la production de la superpuissance.

La turbine de 208.000 kilowatts comporte un élément à haute pression et deux éléments à basse pression ; chacun de ceux-ci peut, si on le désire, être mis en service séparément. La vapeur est admise dans le premier élément à pression élevée et une puissance de 74.000 kilowatts peut être engendrée ; la pression atteint dans cet élément 40kg,5 par centimètre carré et la température est de 388° centigrades. De là, à une pression et une température réduites, la vapeur passe dans un réchauffeur utilisant de la vapeur vive. Quand sa température arrive vers 260° centigrades, cette vapeur par deux conduites pénètre dans les deux éléments à basse pression, pouvant développer chacun une puissance de 66.000 kilowatts.

A chacune des unités à basse pression est adjoint un générateur accessoire de 4.000 kilowatts pour le service.

Le turbo-alternateur sera terminé, espère-t-on, dans le délai de dix-huit mois. Son poids total sera de 1.812 tonnes, dont 124.375 kilogrammes pour une seule pièce. La consommation de charbon sera de plus de deux tonnes par minute, celle de l'eau de condensation (prise et rendue au lac Michigan) de 1.817 mètres cubes par minute, plus de 30.000 litres par seconde! Mais cette seule machine donnera près des deux tiers de la puissance de la grande station hydroélectrique de la Niagara Falls Power C°.

INDUSTRIE AUTOMOBILE

L'industrie automobile et l'industrie chimique. — D'après *Chem. and Metal. Engin.*, les statistiques publiées sur le premier trimestre 1927 indiquent une chute nette dans la production de l'industrie automobile. Les experts consultés à ce sujet déclarent que l'année 1926 marque vraisemblablement une « pointe » qu'il sera difficile d'atteindre de sitôt dans cette branche d'activité industrielle. Il semble en effet que l'accroissement de la fabrication automobile se soit fait à une cadence exagérée, si l'on pense que la seule production française a plus que triplé entre 1920 et 1925, et doublé en trois ans.

D'autre part cet état de choses, bien que ne paraissant pas, au premier abord, affecter directement l'industrie chimique, aura cependant une répercussion considé-

Digitized by Google

rable sur elle ; qu'on se rappelle en effet les nombreux et importants débouchés qui lui étaient offerts par l'automobile : caoutchouc, peintures, vernis et laques, verre, cuir artificiel, revêtements divers, dérivés du pétrole, lubrifiants et antidétonants, offraient jusqu'à présent un champ magnifique au perpétuel besoin d'expansion de l'industrie chimique. Ce n'est pas à dire qu'il soit nécessaire de restreindre la production pour l'adapter à une nouvelle situation de fait ; mais que les industriels prennent garde à une crise éventuelle de surproduction et qu'ils cherchent avant tout des débouchés nouveaux pour assurer l'écoulement des produits qui, désormais, ne pourront peut-être plus être absorbés par l'industrie automobile.

La Production mondiale de pétrole brut en 1925 et 1926 (chiffres fournis par l'U. *S. Geological Survey*).

	1925 (en barils de	1926 159 litres).
Etats-Unis	763.743.000	775.000.000
Mexique	115.515.000	90.000.000
Russie	52.448.000	61.000.000
Venezuela	19.687.000	37.226.000
Perse	35.038.000	35.460.000
Roumanie	16.646.000	23.299.000
Indes Néerlandaises	21.422.000	22.200.000
Pérou	9.164.000	10.782.000
Indes	8.000.000	8.728.000
Argentine	5.818.000	6.500.000
Ile de la Trinité	4.654.000	4.971.000
Pologne	5.960.000	5.835.000
Colombie	581.000	6.446.000
Sarawak	4.257.000	4.300.000
Japon	2.000.000	1.900.000
Egypte	1.226.000	1.161.000
France	459.000	466.000
Allemagne	411.000	550.000
Canada	318.000	339.000
Tchécoslovaquie	50.000	50.000
Italie	45.000	45.000
Algérie	12.000	12.000
Cuba	4.000	4.000
Divers	108.000	334.000
	1.067.566.000	1.090.608.000

Ainsi que le montrent les chiffres du tableau ci-dessus, la production mondiale de pétrole en 1926 est en augmentation pour la plupart des pays, sauf pour le Mexique où la diminution est sensible (25.000.000 barils), et faiblement pour le Japon, l'Egypte et la Pologne.

En Amérique, la production qui avait légèrement faibli pendant les premiers mois de 1926 s'est relevée grâce à la mise en exploitation des territoires de Panhandle dans le Texas, et de Seminole dans l'Oklahoma. Les Etats-Unis continuent à fournir un peu plus des trois quarts de l'huile minérale au monde.

On peut constater une augmentation sensible pour le Venezuela, la Colombie, le Pérou, l'Ile de la Trinité, la Roumanie et la Russie. Au total, l'accroissement de la production mondiale en une année atteint 2,9 p. 100

Le rendement des stations des distribution d'essence. — Voici, dit la *Revue des Combustibles liquides*, une leçon de choses que les pétroliers français liront avec intérêt, sinon avec angoisse :

On a abusé, en Amérique, des « services stations » que les raffineurs considèrent encore comme indispensables à la vente intensive de leurs produits. Nos importateurs ont fait de même de ce côté-ci de l'eau, et l'on dit qu'il y a en France plus de 50.000 « pompes » installées au bord des trottoirs. Quel est leur succès, dans l'ensemble?

Les statistiques de 1926, aux Etats-Unis, montrent ceci : une station sur quatre — 25 p. 100 — a fait faillite au cours de l'année, et 1927 verra un plus grand nombre d'insuccès.

Les causes? Beaucoup de service-stations s'entêtaient à offrir au public, avec force réclame, quantité d'objets et de services dont l'automobiliste qui passe n'a que faire. Et puis beaucoup de chefs de postes à qui ces services étaient confiés ne méritaient nullement la confiance qui leur était faite, et cette aberration est au moins curieuse chez les raffineurs, qui, en général, ne choisissent qu'avec la plus grande circonspection leurs employés et leurs vendeurs.

Enfin la meilleure station de distribution ne fonctionne que par intermittence, et la somme des heures perdues à ne rien faire en l'absence de toute clientèle, ruine tout l'édifice en absorbant le bénéfice des heures d'activité. Le rendement total ne suffit plus pour amortir et « payer » le capital investi.

La répartition des automobiles dans le monde. — On compte un véhicule par :

5,7 habitants aux Etats-Unis,
12 — au Canada,
15 — en Australie,
50 — en Angleterre,
110 — en Allemagne,
230 — en Italie.

La France reste encore à une place honorable avec un véhicule pour 54 habitants et ses Colonies suivent largement le mouvement (Algérie, Indochine et Madagascar).

CHIMIE

Le recul des prix du platine. — Le prix du platine diminue d'une façon continue depuis quelque temps. Cela tient notamment à ce qu'il est apparu sur le marché des produits qui constituent de bons succédanés du platine ou des métaux voisins du platine. A noter en particulier le *palorium* américain, alliage d'or et de métaux de la famille du platine qui a l'aspect du platine, fond à 1.310°, résiste à l'acide sulfurique, etc..., et qui est vendu à peine la moitié du prix du platine. A cela s'ajoute que les Russes ont récemment augmenté leur production ; qu'ils ont livré directement sur les marchés allemands, anglais et américains sans passer par les consortiums comme auparavant. D'après les milieux intéressés, les Russes cherchent à gêner, en faisant pression sur les prix mondiaux, la production colombienne édifiée péniblement et celle du Transvaal qui commence à se développer ; cela parce que, lors de négociations entamées à l'automne dernier pour constituer une convention mondiale, on leur a posé des conditions qu'ils ont estimées défavorables. En Allemagne l'importation russe de 729 kilogrammes de platine pour les trois premiers mois de 1027 est notablement plus forte que celle de l'année dernière; les offres sont faites à quelques marks au gramme au-dessous du prix allemand. On estime la production annuelle à 100.000 onces pour une consommation totale de

Digitized by Google

160.000 onces. L'once valait en livres sterling (10 livres en moyenne en 1913), 29, au 1er janvier 1924 ; 26, au 1er juin 1924 ; 25, au 1er janvier 1925 ; 23, au 1er décembre 1926 ; 23, au 12 avril 1927 ; 19, au 28 avril ; 17,10, au 11 mai 1927. En marché libre les offres sont même au-dessous de ce prix. En France le métal n'est plus martelé comme auparavant et il n'y a pas de perspective que l'industrie chimique revienne à l'ancienne consommation de platine. Faisons enfin remarquer que le prix actuel du platine est à peu près 100 fois celui de l'argent et un peu moins de 3 fois celui de l'or.

(D'après *l'Industrie chimique*).

PHYSIOLOGIE

Les serpents venimeux. — Mme Phisalix a fait à la *Société nationale d'Acclimatation* une communication sur « les ennemis naturels des Serpents », qui sont les suivants :

1° Les Serpents eux-mêmes qui souvent mangent leurs congénères.

2° Les Oiseaux : Palmipèdes et Gallinacés : passereaux nandous du Brésil, rapaces, échassiers, qui ont la réputation de résister aux morsures venimeuses; aigles, buses, etc..., oiseaux de basse-cour (oies, dindons, canards et poules).

3° Les Mammifères : mangouste (Inde, Indochine, Béloutchistan), hérisson, chat, blaireau. La mangouste est un ennemi redouté des serpents. L'odeur et la vue seule d'une cage ayant renfermé des serpents la met dans un état d'excitation extraordinaire. Elle est réfractaire aux morsures de serpent dans une certaine mesure ; il faut pour la tuer en une douzaine d'heures, huit fois la dose de venin nécessaire à déterminer la mort d'un lapin de 2 kilos.

Le hérisson résiste, lui aussi, aux morsures et possède une très forte immunité. La fouine, la belette, le putois, le lérot et le porc sont des destructeurs occasionnels de serpents. Le chat domestique détruit des vipères et est doué, lui aussi, d'une certaine immunité .

L'introduction de la mangouste à la Martinique n'a pas donné tous les résultats qu'on en espérait : le nombre des rats, destructeurs des plantations de canne à sucre, a d'abord diminué ; mais les rats eux-mêmes se sont faits arboricoles et nocturnes, tandis que les mangoustes restaient diurnes et terrestres. Trouvant moins de rats, elles s'attaquèrent aux petits oiseaux des haies et aux volailles de basses-cours. La tête de la mangouste fut mise à prix. M. Fabre Domergue ajoute que les nègres se sont chargés d'en limiter l'espèce en la mangeant, de telle sorte que le principal ennemi des rats est encore le trigonocéphale.

Mme Phisalix donna ensuite rendez-vous aux membres présents de la section pour le lundi 16 mai à 9 h. 30 du matin au Muséum d'Histoire naturelle pour assister à la lutte entre la mangouste et la vipère ; celle-ci se termina, comme d'ordinaire, par la victoire complète de la mangouste.

ÉCONOMIE POLITIQUE

L'Amérique est-elle un pays indépendant? — En ce moment, où des négociations se poursuivent entre la France et les Etats-Unis au sujet des droits de douane, on entend dire couramment que les Etats-Unis ont la chance à peu près unique dans le monde entier d'avoir à leur disposition, en quantité quasi-illimitée en pratique, tout ce qu'un peuple peut désirer matériellement : coton, pétrole, houille, fer, minerais divers, blé, et toutes sortes d'autres matières premières ; forces naturelles exploitables égalant presque tout ce qu'en possède le reste du monde ; main-d'œuvre même suffisamment abondante, grâce aux méthodes de travail qui n'en dépensent que peu, pour que ce pays puisse se payer le luxe de restreindre à son gré l'immigration et de filtrer le flot des candidats-travailleurs de manière à n'en choisir que des sujets « désirables ». Bref, le monde entier paraît estimer que les Etats-Unis sont, et sont seuls ici-bas, capables de se passer des autres pays, et que ceux-ci ne peuvent se passer de la riche et puissante activité de l'Uncle Sam.

Or il se pourrait bien que l'on fît erreur. Sous ce titre qui intrigue fort : *America Dependent or Independent?* M. William C. Redfield, ancien secrétaire du Commerce du gouvernement des Etats-Unis, a publié un livre très documenté pour montrer à ses concitoyens jusqu'à quel point ils dépendaient de l'étranger du point économique. Ce livre est analysé dans l'*International Book Review* de New-York. Il est impossible, écrit-il, que les Américains raisonnables puissent parler d'isolement économique et soutenir qu'ils peuvent se suffire à eux-mêmes.

Si l'on considère des objets comme le téléphone, la lumière électrique, la T. S. F., le phonographe, les tapis, le linoléum, les sacs de voyage, le lin, la laine, les chaussures, les tapis-brosses, tous ces objets et d'autres encore, ne peuvent être fabriqués aux Etats-Unis sans qu'il soit fait appel à des matières premières venant de l'étranger. On pourrait écrire l'histoire du pot d'étain en faisant appel à trois continents. Nous sommes loin, poursuit M. Redfield, de la pensée de ceux qui s'imaginent que l'Amérique ne demande à l'étranger que le chocolat, le café ou les bananes. Les lecteurs de M. Redfield apprendront que la grande industrie américaine importe 40 sortes de marchandises de 57 nations différentes rien que pour la production de l'acier ; que pour fabriquer les lampes électriques, il faut faire appel à cinq continents et à des îles éloignées. Encore que l'Amérique soit le plus grand producteur de nickel raffiné, elle consomme plus de la moitié de la production mondiale d'étain ; elle est le fabricant le plus important d'assiettes d'étain et cela sans produire l'étain elle-même. Les Etats-Unis sont le plus grand consommateur de soie ; ils ont les plus grandes manufactures de soie et les mieux équipées, et ils ne produisent même pas une livre de matière première. Enfin, l'Amérique importe de l'étranger de grandes quantités de nourriture.

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

LES NOUVELLES LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Chacun connaît le principe de fonctionnement de la lampe à trois électrodes. Lorsque partant d'une grille négative, le filament étant chauffé normalement, on élève peu à peu le potentiel de la grille, il se forme un courant entre le filament et la plaque. On peut, par exemple, pour mesurer ce courant, utiliser le montage de la figure 2. Le courant plaque partant de o croît d'abord rapidement puis proportionnellement aux variations de la grille, et a un moment donné reste stationnaire, on dit qu'on a le courant de saturation. La courbe de ce courant est de la forme donnée par la figure 1 et il y a autant de courbes différentes que de potentiels positifs appliqués à la plaque.

Pour toutes les lampes de même construction et de mêmes dimensions, les courbes sont identiques, c'est ce qu'on appelle les constantes de la lampe. Nous voyons que d'abord on part de trois données primitives :

1° Tension de chauffage ;
2° Intensité de chauffage ;
3° Tension de plaque ;

Ces données étant fixées, les courbes, donnent :

4° Courant zéro ;
5° Pente de la caractéristique du courant plaque ; et on en déduit ;
6° Coefficient d'amplification ;
7° Résistance interne.

Lorsqu'au début de la téléphonie sans fil, il n'existait qu'une seule lampe triode, la fameuse lampe T. M. 0,7 ampère, il n'y avait pas l'embarras du choix quant à

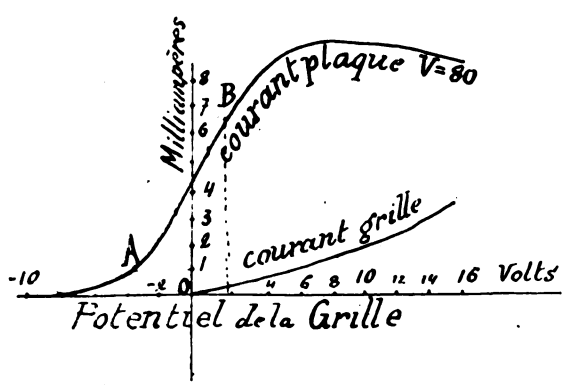


Fig. 1.

son emploi ; mais aujourd'hui avec la diversité des lampes fournies par les constructeurs, chacune a son emploi propre : les unes, pour la haute fréquence, ne valent rien pour la basse fréquence ; les autres, dites de puissance, sont utilisables seulement au dernier étage de la basse fréquence et sont absolument impropres aux autres usages. Les différentes caractéristiques des lampes nouvelles sont obtenues en variant les dimensions de leurs organes ; dans les unes on rapproche la grille et la plaque du filament, dans les autres on a donné à la grille un réseau très serré, d'autres, au contraire, ont leur grille très lâche.

Examinons maintenant les caractéristiques que doivent remplir les lampes pour chacun de leurs usages.

Amplification haute fréquence. — En principe, dans l'amplification à haute fréquence, le circuit de plaque comporte un accord sur l'onde à recevoir, mais la résistance interne de la lampe entre filament et plaque intervient comme si elle court-circuitait le circuit résonant. En effet, par la plaque elle est reliée à l'une des bornes de ce circuit, et par le filament au point — 80, c'est-à-dire à l'autre borne du circuit en passant par la pile.

Cette résistance introduit donc une cause d'amortissement dans le circuit résonant, et comme elle est en dérivation elle devra être très élevée pour obtenir le meilleur fonctionnement.

D'autre part, les impulsions de grille reçues en haute fréquence sont extrêmement faibles ; pour avoir un résultat acceptable, il faudra que la lampe ait un grand coefficient d'amplification. Enfin, un écueil à éviter qui vient limiter ces caractéristiques, c'est que la capacité interne de la lampe soit faible en raison des pertes et des oscillations spontanées dont ces capacités sont la cause. Aussi, pour les montages à résonance, emploie-t-on la lampe T. M. et ses analogues, telles que la micro R. 36 de *Radiotechnique* qui a les caractéristiques suivantes :

Tension chauffage	3,2 à 3,8 volts.
Courant de chauffage	6/100e ampère.
Tension plaque	40 à 80 volts.
Courant saturation	10 milli-ampères.
Résistance interne	20 000 ohms.
Coefficient d'amplification	8,5 à 11,5

Au contraire, si l'on utilise des amplificateurs à résistance, dans le cas des grandes ondes seulement, on peut prendre la lampe suivante à coefficient d'amplification très élevé qui sert aussi pour la basse fréquence à résistances (R.T. 63) :

Tension chauffage	3,2 à 3,8 volts.
Courant chauffage	0,07 ampère.
Tension plaque	80 à 160 volts.
Coefficient d'amplification	50
Résistance interne	150 000 ohms.

Cette lampe à coefficient très élevé et grande résistance ne convient pas à la haute fréquence à résonance, car sa capacité interne est très grande (les électrodes sont très rapprochées).

Moyenne fréquence. — Dans les montages à changement de fréquence, l'amplification moyenne fréquence se fait généralement avec transformateur. Ici la capacité interne n'est plus gênante, mais d'autre part le courant filament plaque devient plus important que dans la haute fréquence : la lampe universelle (T. M.) convient, mais il est préférable de prendre la lampe suivante : R. T. 62 à grand coefficient d'amplification :

Tension chauffage	3,4 à 3,8 volts.
Courant chauffage	0,1 ampère.
Tension plaque	20 à 100 volts.
Courant saturation	20 milli-ampères.
Coefficient d'amplification	25
Résistance filament plaque	25 000 ohms.

Digitized by Google

Pour le bon fonctionnement de cette lampe, il faut polariser négativement la grille de 1,5 à 3 volts.

Détectrice. — Avec le montage du condensateur shunté, on fait travailler la lampe à la partie inférieure de sa caractéristique, de façon que le courant plaque s'annule pour les tensions les plus faibles de la grille. Mais il faut qu'une faible variation de tension grille donne un courant plaque suffisant, d'où un pouvoir amplificateur assez élevé. De plus, pour que le maximum des variations du courant plaque passe dans le circuit utile, il faut une résistance interne assez faible. Une lampe ayant un coefficient d'amplification 10 à 15 avec résistance interne 5 000 à 10 000 ohms, conviendrait bien, mais on n'a pas encore fabriqué une telle lampe ; on utilise la lampe universelle servant déjà à l'amplification haute fréquence (T. M., R. T. 36), à coefficient d'amplification 8,5 à 11,5 et résistance filament plaque 15 000 à 20 000 ohms.

Amplification basse fréquence. — Ici, nous avons du courant téléphonique, le point principal qu'il faut envisager c'est qu'il n'y ait point de déformation du courant : il faut donc que sur toute l'échelle de variation de potentiel

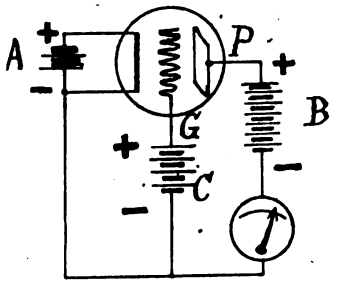


Fig. 2. — Montage d'une lampe à 3 électrodes. B, Batterie portant la plaque P à un potentiel de 80 volts ; A, batterie chauffant le filament. C, batterie donnant un potentiel à la grille.

grille la variation de plaque soit proportionnelle, c'est-à-dire que la lampe fonctionne toujours sur la partie droite de sa caractéristique.

D'autre part, les variations de grille sont assez importantes et de l'ordre de plusieurs volts, aussi un courant de grille important prendra naissance (fig. 1) et agira, sur le circuit grille en diminuant son potentiel : en d'autres termes les variations positives de la grille seront moins amplifiées que les variations négatives. Il faut donc éviter que le courant grille se forme, et pour cela que le potentiel grille ne soit jamais positif. Pour cela, on polarisera négativement la grille et pour être sûr d'avoir suffisamment de caractéristique droite dans la partie négative de grille, on utilisera un potentiel plaque assez élevé, car on sait que l'augmentation du potentiel plaque, toutes choses égales d'ailleurs, a pour effet de reculer la caractéristique vers la gauche.

Avec transformateur, on utilisera une lampe de ce genre, dont le coefficient d'amplification sera faible, mais aura une grande caractéristique rectiligne, d'autre part, on choisira une résistance intérieure faible en raison de l'importance du courant. Voici par exemple, la lampe R. T. 55 :

Tension de chauffage	3,4 à 3,8 volts.
Courant de chauffage.....	0,1 ampères.
Tension plaque	20 à 120 volts.
Coefficient d'amplification	12
Résistance filament plaque.....	12 000 watts.
Polarisation négative de grille	1,5 à 7,5 volts.

Pour le dernier étage basse fréquence, il faut une lampe ayant un grand débit donc une résistance interne très faible pour alimenter le haut-parleur, sans distorsion : c'est la fameuse lampe de puissance dont le coefficient d'amplification est d'ailleurs très faible. Voici par exemple la R. T. 56 :

Tension de chauffage	3,4 à 3,8 volts.
Courant de chauffage.....	0,1 ampère.
Tension plaque	20 à 120 volts.
Coefficient d'amplification	9
Résistance filament plaque.....	6 000
Polarisation négative de grille	4 à 8,5 volts.

Il faut remarquer que le coefficient d'amplification totale de l'étage à transformateur est égale au produit du coefficient de la lampe par le rapport du transformateur, c'est pour cela que les montages à résistance ou à impédance amplifient beaucoup moins que ceux à transformateur en employant les mêmes lampes, et c'est pour cela qu'il faut utiliser dans ces cas pour obtenir un meilleur rendement les lampes à grand coefficient d'amplification telles que R. T. 62 que nous avons décrites pour la moyenne fréquence ou R. T. 63 déjà indiqué pour la haute fréquence à résistance. Bien entendu, même dans le cas de la basse fréquence à résistance, le dernier étage doit être équipé avec une lampe de puissance pour alimenter suffisamment le haut-parleur.

Nous espérons que ces quelques explications seront très utiles à nos lecteurs dans le choix de leurs lampes, car nous savons que certains ont eu des déboires lorsqu'ils ont dû remplacer certaines lampes grillées de leur appareil. Celui-ci fonctionnait très bien avec les lampes d'origine et ne donnait plus satisfaction après le remplacement des lampes grillées : cela tenait à ce que les lampes neuves n'avaient pas les caractéristiques des lampes usagées.

Il en est de même lorsque l'on fait rénover une lampe brûlée, car on ignore totalement les caractéristiques de la lampe donnée en échange.

A. LECLERC,
Ingénieur E. P. C. I.

Digitized by Google

CHRONIQUE AGRONOMIQUE

Concours de lait. — En Suisse, chaque personne consomme en moyenne 5 à 7 décilitres de lait par jour. Ce débouché important doit être soigneusement conservé et si possible augmenté. Pour cela il faut que la qualité du lait de consommation soit continuellement améliorée ; c'est la meilleure propagande que nous puissions faire pour notre lait.

Dans ce but, la Commission suisse du lait a organisé à Berne un concours de lait de consommation entre les sociétés de laiterie qui livrent leur lait à une centrale. Une commission spéciale, formée des chefs de laboratoire des centrales urbaines, a établi un tableau de pointage permettant d'apprécier facilement la qualité du lait livré. Les facteurs suivants sont pris en considération :

La température du lait à l'arrivée ; maximum	12 points
Acidité à 24 heures (conservation)	15 —
Contrôle des impuretés (propreté)	16 —
Essai de la réductase (pollution microbienne)	7 —
Total	50 points

Le prélèvement des échantillons à l'arrivée à la centrale du lait des sociétés concurrentes se fait deux fois par mois. Suivant le total des points obtenus au bout de l'année, les laits sont classés dans quatre catégories : I lait excellent, II bon lait, III lait passable, IV mauvais lait.

En 1925-26, 219 sociétés ont participé au concours, et en 265, 1926-27, soit une augmentation de 46 sociétés. Les résultats obtenus au cours de ces deux premières années sont réjouissants. Le classement obtenu cette année est le suivant :

Catégorie :

I. (lait excellent)	:	14 sociétés = 5 p. 100.
II. (bon lait)	:	236 sociétés = 89 p. 100.
III. (lait passable)	:	15 sociétés = 6 p. 100.

Il n'y a pas de lait de la quatrième catégorie (mauvais lait). Les progrès réalisés sur l'année précédente sont importants. On constate une augmentation de 4 p. 100 des laits de première catégorie, 13 p. 100 des laits de deuxième catégorie et une diminution de 16 p. 100 de laits de la troisième, 42 sociétés ont passé dans une catégorie supérieure.

Ce concours de lait de consommation s'est donc révélé un moyen efficace d'améliorer la qualité du lait. Les meilleures laiteries reçoivent un diplôme offert par l'Union centrale des producteurs de lait. Les laits de première catégorie reçoivent, en plus du diplôme, une prime de 100 francs.

Voici en quelques mots ce qu'il faut faire pour être certain du succès.

1° Bien rafraîchir le lait avant l'expédition. Seuls les laits rafraîchis à 15° C. et au-dessous obtiennent le maximum des points. C'est là le facteur le plus important, car de lui dépendent encore en grande partie l'acidité à vingt-quatre heures et la réductase.

2° Maintenir rigoureusement propres les ustensiles de la laiterie et de la traite.

3° Traire proprement et filtrer le lait au local de coulage à travers un tamis très fin. Les meilleurs tamis sont ceux qui sont composés de deux toiles métalliques entre lesquelles on place une plaque de ouate ou du drap aux mailles fines.

Tous les producteurs doivent travailler à l'amélioration de leur lait, mais la pratique m'a appris que sans un bon peseur une laiterie ne pourra jamais envoyer régulièrement du bon lait. C'est le peseur qui rafraîchit le lait, lave les ustensiles, surveille qu'il n'y ait pas de brèches sur le tamis ou de trop grosses impuretés. Le peseur doit être un homme consciencieux et propre qui se rende compte de l'importance de ses fonctions. — (Sous la signature de M. G. BESUCHET, ing. agr., dans le *Sillon romand*).

Les réserves mondiales en engrais. — Dans un récent article de l'*Engineering and Mining Journal*, M. George Mansfield résume comme suit toutes les réserves mondiales de matières fertilisantes et de matières premières de l'industrie des engrais :

	Tonnes.
Phosphates	16 877 050 000
Potasse	2 338 000 000
Nitrates	245 000 000
Soufre	56 000 000
Pyrites	183 000 000
	19 648 000 000

Il faudrait y ajouter, pour être complet, les réserves de minerais de fer phosphoreux dont la métallurgie récupère l'acide phosphorique dans les scories Thomas, et tenir compte aussi de l'azote de l'air fixé par l'industrie chimique du monde entier. Nous parlons ailleurs de ce dernier point.

En tablant sur le total calculé par l'économiste américain, qui reste fort au-dessous de la réalité, l'agriculture mondiale a de quoi suffire à ses besoins pendant des milliers d'années.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

La production de l'aluminium. — Les bauxites de Provence (le village de Baux a donné son nom à ce minerai d'alumine) fournissent actuellement près de la moitié de la consommation mondiale pour la fabrication de l'aluminium ; malgré le prix de transport d'une matière dont une partie est forcément un *caput mortuum* et malgré l'abondance providentielle de la force hydro-électrique dans la région, plus de la moitié est exportée hors de France, en partie jusqu'aux Etats-Unis. Sans doute, et conformément à la tendance de plus en plus générale, l'aluminium extrait presque sur place s'exportera-t-il de plus en plus au lieu de la matière première ; au surplus, l'Amérique du Nord se suffira bientôt à elle-même sous ce rapport. Le Canada a pris la tête de ce mouvement ; et la Revue *les Annales de l'Energie et les Alpes industrielles* donne les détails suivants sur l'entente, récemment annoncée, conclue entre M. James B. Duke et l'*Aluminium Company of America* en vue de l'aménagement de la Chute à Caron sur la Saguenay, l'un des principaux affluents du Saint-Laurent, dans le Québec (voir à ce sujet l'article de M. Claude Melançon dans *la Science Moderne* de mars 1926).

« Cette chute donnera 600.000 chevaux et sa création entraînera celle d'une ville de 50.000 habitants sur les rives de la Saguenay. La dépense envisagée est de plus de 100 millions de dollars, tant pour les usines hydro-électriques que pour celles utilisant l'énergie obtenue et pour l'organisation de la ville destinée à loger le personnel et tous ceux, fournisseurs et autres, qui gravitent autour d'une grande population ouvrière. La nouvelle industrie, fabrication de l'alumine, de l'aluminium et de ses sels et autres dérivés, exigera la mise en service d'une ligne maritime desservie par quinze vapeurs, au moins, entre la Guyane anglaise d'où proviendra la bauxite et la Saguenay. On devra emmagasiner un stock de minera suffisant pour parer aux besoins de la fabrique d'alumine pendant la période où le Saint-Laurent est bloqué par la glace. La navigation sur le fleuve jusqu'au confluent de la Saguenay reste ouverte un peu plus tard que pour Montréal, quoique ce port soit situé à 1 degré plus au Sud.

« La Guyane anglaise contient, en effet, un des plus riches gisements de bauxite du monde. Sir John Harrisson, alors directeur de la Science et de l'Agriculture de la Guyane, avait fait connaître en 1910 la pureté exceptionnelle de la bauxite de ces gisements et en avait donné l'analyse. Ce n'est qu'en 1917 qu'on commença l'extraction et l'exportation. La Compagnie de Bauxite de Demerara, filiale de la *Northern Aluminium Company of America*, elle-même contrôlée par *l'Aluminium Company of America*, n'en exporta alors que 2.087 tonnes; mais, en 1924, la Guyane a fourni le dixième de la quantité totale de bauxite employée dans le monde et elle peut en fournir la totalité. Jusqu'à présent, toutefois, ce minerai, si nécessaire aux fabriques d'alumine et de sels d'aluminium et de leurs dérivés, ne prend que le chemin des Etats-Unis.

« Ce n'est qu'au cours de la guerre que l'Angleterre poussa la fabrication de l'aluminium indispensable aux industries de l'aviation, des automobiles, des dirigeables, etc., qu'elle ne pouvait plus recevoir du continent, mais les Anglais trouvent admissible de rester tributaires de l'étranger, fût-ce d'alliés, pour leurs approvisionnements, et le Gouvernement britannique a récemment conclu un arrangement avec un consortium de fabriques à la tête duquel se trouve la *British Aluminium Company* pour l'étude des gisements de bauxite de la Guyane anglaise qui n'ont pas encore été achetés ou amodiés par les maisons américaines.

« Les commandes passées pour l'aménagement électrique de la Chute à Caron par l'*Aluminium Company of Canada* à la *Canadian General Electric Company*, comprennent 18 commutatrices synchrones de 3.600 kilowatts, 12 transformateurs releveurs et abaisseurs de tension de 25.000 KVA chacun, avec une tension de 154.000 volts en primaire et 10 transformateurs de 7.500 KVA. Les commutatrices seront les plus grosses unités de ce type au Canada, et seront munies de dispositifs permettant de les mettre en mouvement automatiquement. Cet équipement fournira pendant plusieurs mois du travail pour un grand nombre d'ouvriers. »

Selon un accord récemment conclu entre le gouvernement de Québec et la Société susnommée, on établira au lac Saint-Jean la plus grande fabrique d'aluminium du monde. La dépense prévue pour l'installation de la chute d'eau et la construction de la fabrique atteindra 75 à 90 millions de dollars. Vingt bateaux seront en permanence sur le Saguenay, au service de la Compagnie Huit mille ouvriers seront employés dès l'achèvement de l'usine, qui utilisera une puissance de 80 000 chevaux.

En 1924, au Canada, onze usines représentaient un capital de 3.236.925 dollars, employaient 1.098 personnes touchant 1.362.774 dollars de salaires pour une production de 7.700.822 dollars, dont une somme de 4.246.706 dollars représentant l'augmentation de valeur du stock du fait de la transformation aux usines.

Les produits à base d'aluminium sont exportés principalement en Angleterre, aux Etats-Unis, en Australie, en Belgique, au Brésil, au Chili, en Chine, à Cuba, en Équateur, au Japon, au Mexique, en Norvège, en Espagne, etc. Rappelons enfin que la production de l'aluminium du Canada en 1925 s'est élevée à une valeur de $ 9.137.305, contre $ 7.700.822 l'année précédente. Les importations de ce métal ont atteint une valeur de $ 4.049.791, tandis que les exportations s'établissaient à une valeur de $ 7.352.080, dont $ 6.558.910 sous forme de barres et blocs et $ 793,170 sous forme d'articles fabriqués.

Digitized by Google

CHRONIQUE MARITIME

La flotte de commerce dans l'univers en 1926

L'effectif de la flotte mondiale a progressé de 617.000 tonneaux dans l'année 1926.

Les pays dont la flotte (steamers et motorships) a le plus augmenté en 1926-27 sont l'Allemagne : + 256.000 tonneaux ; l'Italie + 248.000, la Hollande + 92.000 et le Japon + 65.000 ; la flotte américaine des Grands Lacs enregistre, de son côté, un accroissement de 87.000 tonneaux. Tous les autres pays sont en progrès (la France a à son actif un gain de 38.000 tonneaux), sauf la Norvège (— 4 000 tonneaux), la Grande-Bretagne (— 85.000 tonneaux) et les Etats-Unis (— 221 000) dont la flotte décline depuis plusieurs années avec une régularité qui n'est pas sans inquiéter la fraction restreinte de l'opinion qui s'intéresse aux problèmes maritimes : l'Etat élimine de sa flotte des éléments indésirables qui y ont été introduits à la faveur des hostilités ; en revanche, les unités de remplacement restent en nombre totalement insuffisant.

La flotte des voiliers ne représente plus tout à fait 3 p. 100 de l'ensemble de la flotte mondiale, contre 3 1/4 p. 100 l'an dernier, 8 p. 100 en 1916 et 22 p. 100 en 1902. Les Etats-Unis détiennent à eux seuls 970.000 tonneaux de voiliers, soit plus de 50 p. 100 de la flotte mondiale des voiliers. Si l'on exclut du total les chalands et autres engins qui sont généralement classés avec les voiliers, parce qu'ils ne possèdent pas d'organes de propulsion mécanique propres, le véritable effectif de la flotte à voiles mondiale ressort à 1.153.000 tonneaux dont 410.000 (ou 35 1/2 p. 100) appartiennent aux Etats-Unis et 25.700 aux Iles Britanniques.

Quant à la flotte des vapeurs et motorships, on en pourra suivre l'évolution par pays depuis la guerre dans le tableau qui suit, et qui montre qu'il y a donc eu, depuis 1914, augmentation de 17 863 000 tonneaux, soit de 39, 1/3 p. 100. Il n'est pas inutile de rappeler que de 1901 à 1914, l'accroissement de la flotte mondiale avait été de 21.395.000 tonneaux, soit de 47,1 p. 100.

Tonnage des steamers et motorships des principales puissances maritimes au 30 juin 1914 et 1927.

PAYS	1914	1927
Grande-Bretagne	18.892.000	19.179.000
Dominions britanniques	1.632.000	2.699.000
Danemark	770.000	1.032 000
France	1.922.000	3.362.000
Allemagne	5.135.000	3.320.000
Grèce	821.000	1.026.000
Hollande	1.472.000	2.645.000
Italie	1.430.000	3.396.000
Japon	1.708.000	4.033.600
Espagne	894.000	1.136.000
Norvège	1.957.000	2.803.000
Suède	1.015.000	1.379.000
Etats-Unis (Mer)	2.207.000	11.171.000
Etats-Unis (Grands-Lacs)	2.260.000	2.435.000
Autres pays	3.479.000	3.701.000
Total	45.404.000	63.267.000

(D'après *La Vie technique et industrielle.*)

L'Allemagne mise à part, toutes les nations ont vu les tonnage s'accroître au cours de ces treize années ; celles qui ont enregistré le plus fort accroissement sont les Etats-Unis (+ 9 1/3 millions) et le Japon (+ 2 1/3 millions). Quatre autres pays ont vu leur flotte augmenter de plus d'un million de tonneaux : ce sont l'Italie (+ 1.906.000 tonneaux) ; la France (+ 1.440.000), la Hollande (+ 1.173.000) et l'ensemble des Dominions britanniques (+ 1.067.000).

Ajoutons les données suivantes, d'après *Lloyd's Register of Shipping :*

Le tonnage lancé en 1926 par le Royaume-Uni ne comprend aucun navire en bois ni à voiles (il n'est compté que les bateaux marchands et de plus de 100 tonneaux). Il ne représente plus qu'un peu plus du tiers (38,2 p. 100) de la production de tous les chantiers du monde, alors qu'il en formait la moitié (49,5 p. 100) en 1925 et les deux tiers (64,1 p. 100) en 1924. Si l'on ajoute que le tonnage lancé en 1924 (1.440.000 tonnes) était plus que double de celui de 1926, et que celui de 1925 était exactement intermédiaire, et que les quatre plus forts bateaux lancés en 1926 sont un français, puis trois italiens, on voit que la construction navale britannique passe par une crise très marquée. Les 197 navires qu'elle a lancés sont pour les 7/10e des vapeurs, dont le tonnage égale presque celui de tous les autres vapeurs lancés cette année-là dans les autres pays réunis (tonnage moyen d'un vapeur : 3.000 tonneaux), alors que les navires à moteurs lancés en 1926 par les chantiers britanniques ne forment pas le cinquième du nombre ni le tiers du tonnage de ceux qui ont été faits dans le monde entier ; ils se rattrapent par leur tonnage moyen élevé (5.400 tonneaux). Enfin, le tonnage total actuellement à flot sous pavillon britannique ne forme plus que 30,3 p. 100 du tonnage mondial (41,6 p. 100 en 1914).

Pour la première fois, l'Italie se place au second rang de la construction annuelle par son importance de tonnage lancé ; les trois énormes paquebots *Augustus*, *Roma* et *Vulcana* font hausser beaucoup le tonnage moyen, qui ressort à 8.100 tonnes. L'Allemagne vient au troisième rang ; mais un quart seulement de ses nouveaux navires jauge plus de 4.000 tonnes. Les Etats-Unis viennent au quatrième rang, la France au cinquième avec le plus grand navire construit depuis douze ans, et une moyenne de près de 4.000 tonneaux par bateau neuf. Un septième des bateaux actuellement à flot a moins de cinq ans, et autant a plus de vingt-cinq ans.

Au total, l'ensemble des chantiers du monde a lancé 600 navires jaugeant 1.674.977 tonneaux contre 855 unités de 2.193.404 tonnes en 1925. Le tonnage encore sur cale au 31 décembre est de 16 p. 100 plus faible en Angleterre que celui de 1925, et de 1 p. 100 seulement dans les autres pays.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES TRANSPORTS

La vitesse des trains en France

La vitesse des trains en France. — Les réseaux français ont cherché depuis quelques années à revenir insensiblement aux vitesses d'avant-guerre qui plaçaient très nettement les chemins de fer français parmi les premiers du monde. L'*Information* a publié dernièrement, à ce sujet, quelques chiffres qu'il ne paraît pas sans intérêt de signaler.

Il n'est pas mauvais de nous rappeler, écrit ce journal, que, déjà en 1914, le Nord couvrait le parcours Paris-Lille en 2 h. 54 m., à la vitesse commerciale de 92 kilomètres à l'heure ; Paris-Calais maritime en 3 h. 15 m., soit quelque 100 kilomètres à l'heure ; Paris-frontière belge en 2 h. 30 (230 kilomètres), tandis que l'Est joignait Paris à Nancy en 4 h. 15 m. — pour 352 kilomètres — et Paris à Belfort (443 kilomètres) en 5 h. 23 m.

A cette même époque, sur l'Orléans, le trajet de Paris à Nantes (340 kilomètres) était couvert en 5 h. 27 m. et celui de Paris à Bordeaux (588 kilomètres) en 6 h. 42 m. La voie Paris-Le Havre, de l'Etat, était parcourue en 2 h. 44 (227 kilomètres), Paris-Vichy en 5 h. 7 m. (361 kilomètres).

Les vitesses de 90 kilomètres à l'heure étaient déjà courantes sur nos lignes, alors que les plus grands express belges ne dépassaient pas les 80 kilomètres à l'heure, le Berlin-Cologne 75, et les meilleurs *liners* britanniques 86 kilomètres. Un seul train européen, le Londres-Exeter, qui dévorait près de 97 kilomètres à l'heure, l'emportait sur nos Paris-Bordeaux, Paris-Erquelines ou Jeumont, Paris-Lille, Paris-Nancy, Paris-Marseille; mais il était lui-même battu par le Paris-Calais. L'usure provoquée par les transports intensifs de la guerre a longtemps interdit la récupération de cette vitesse, il a fallu procéder par étapes et refaire progressivement les voies et le matériel avant de lancer à nouveau de pareils bolides. Le temps est proche où tous les records de 1914 seront atteints ou dépassés, surtout sur les transversales maîtresses.

Sur le Midi, l'électricité bienfaisante est venue en aide aux dirigeants de l'exploitation. Sans son concours, des trajets seraient vraisemblablement demeurés aussi languissants qu'au bon vieux temps.

De 1903 à 1914, le Bordeaux-Toulouse n'avait réussi péniblement — ô combien ! — qu'à gagner une demi-heure, du fait de l'âpreté de son tracé. On se rappellera notamment la fameuse rampe de Capvern, où, malgré l'effort conjugué de deux locomotives, à l'arrière et à l'avant, on ne pouvait marcher à plus de 40 kilomètres à l'heure. Une nouvelle demi-heure a été enlevée. Ce n'est là qu'un commencement.

Il y a peu de temps, la Compagnie du Midi procédait à l'examen pratique d'une locomotive électrique d'un modèle nouveau, qui paraît être le dernier cri en matière de traction, du moins pour l'ultime minute, car chaque jour apporte une pierre de plus à l'édifice de l'électrification du rail. Ses 2 250 chevaux lui permettent de voler à quelque 140 kilomètres à l'heure, avantage dont elle ne profitera pas, car les règlements officiels prohibent toute allure supérieure à 125 kilomètres. On craint pour la résistance de nos voies.

L'électrification de la ligne de Bordeaux-Irun, qui est sur le point d'être consacrée, permettra une sensible amélioration des relations avec le Sud-Ouest et l'Espagne. Sans doute, on ne mettait guère plus de 3 h. 30 en 1914, pour aller de Bordeaux à Hendaye — 3 h. 15 en 1926 — désormais, on pourra s'offrir le luxe de franchir la distance en 2 h. 30 environ.

Avec la possibilité de récupérer une demi-heure sur le parcours Paris-Orléans, on pourra aisément en neuf heures ou même moins, gagner les Marches de l'Espagne.

Saint-Sébastien sera plus près de Paris que Marseille ou Brest, la Côte d'Argent aussi à proximité de la capitale que les falaises déchiquetées de l'Armorique moyenne. A l'heure où la France devient l'un des centres mondiaux du tourisme, pour sa plus grande richesse, une semblable mise au point de nos outils de transport apparaît comme un grand succès national.

(*Chronique des Transports*).

***

Nous ajoutons ici quelques données sur les trains les plus rapides de France à la date de juillet 1927. Ceux qui tiennent les vingt-sept premiers rangs appartiennent à la Compagnie du Nord. Le plus rapide des trains électriques ne vient qu'au quarantième rang, c'est le Bordeaux-Dax (rapide 7071), qui fait 89 km. 300 à l'heure (147 km. et demi en 1 h. 39), et qui est le plus rapide de la Compagnie du Midi. Le record est détenu par les deux rapides n° 185 et 115 du Nord, qui franchissent les 153 km. 500 de Paris à Saint-Quentin en 1 h. 24 et 1 h. 35, ce qui donne les vitesses respectives de 97 km. 7 et 96 km. 7 à l'heure. Les deux rapides Paris-Aulnoye font du 95 km. 8 les deux rapides Paris-Arras du 95 km. 4, et les deux Nord-Express Paris-Jumont du 95 km. 100 pendant 238 kilomètres. Les rapides 78 et 70 dénommés *Flèches d'or* relient en 3 h. 11 Paris à Calais-Gare maritime à l'allure de 93 km. 8, sans un arrêt sur leurs 297 km. 300 de parcours.

Le plus long parcours sans arrêt est, sur territoire français, de 305 kilomètres (Paris-Dunkerque), franchi par les rapides 2022 et 2023 à l'allure de 89 km. 200 à l'heure ; mais l'*Etoile du Nord* franchit les 311 kilomètres entre Bruxelles et Paris sans un arrêt en 3 h. 30, soit à la vitesse de 88 km. 7. Ce n'est pas la plus longue distance parcourue sans arrêt en Europe : un train relie directement Londres à Plymouth, soit 360 kilomètres, mais à une vitesse moindre. Au total, 35 trains en France dépassent régulièrement le 90 de moyenne, et plus de 120 font entre 80 et 90 kilomètres à l'heure.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

Agenda d'électricité pour 1928. 1 vol. in-18 de 236 pages de texte et tableaux numériques avec 86 figures, et 136 pages datées pour notes journalières. (J.-B. Baillière et fils éditeurs.) Prix broché : 15 francs

Ce petit agenda, d'un format très portatif, constitue un aide-mémoire bourré de renseignements, schémas de montages et d'enroulements divers, de tableaux numériques et de barèmes, etc., qui en font un compagnon précieux pour l'ingénieur ou l'entrepreneur d'électricité, pour les architectes, etc. Ce n'est d'ailleurs pas une simple collection de chiffres et de plans, de courtes notices rappellent de nombreuses questions de théorie sur les chapitres les plus divers de l'électrotechnique, et près de cinquante pages sont consacrées aux règlements relatifs à l'installation et à l'exploitation des réseaux électriques.

G. LAMÉ, **Exposé des méthodes pour résoudre les problèmes de géométrie.** 1 vol. in-18 de 124 pages avec 2 planches dépliantes. (J. Hermann, éditeur). Prix broché : 21 francs.

C'est une reproduction en fac-simile phototypographique de l'ouvrage paru il y a bientôt cent ans, et dans lequel un mathématicien-physicien dont l'enseignement à l'École polytechnique fit grande impression exprime ses idées sur la manière d'allier l'analyse à la géométrie et les raisons qui font emprunter à l'une ses méthodes ou ses voies dans des cas déterminés. Il faut remercier M. Hermann d'avoir entrepris cette collection de fac-simile qui nous remettent sous les yeux des œuvres classiques ou fondamentales. Il l'avait déjà fait pour l'œuvre de Sadi Carnot, et va donner incessamment la géométrie de Descartes, restituée de la même façon.

H. DE GRAFFIGNY, ingénieur civil. **La science à la maison.** 1 vol. in-16 broché de 340 pages avec 98 figures. Desforges (Girardot, et Cie, édit). Prix : 30 francs.

Le nouvel ouvrage du vulgarisateur qu'est H. de Graffigny passe en revue toutes les applications de la science aux nécessités de la vie usuelle, depuis la construction et l'aménagement des habitations jusqu'aux instruments scientifiques de pur agrément en passant par les questions du chauffage individuel ou central, de l'éclairage et des machines domestiques de toute espèce, à laver le linge ou la vaisselle, aspirateurs de poussière, etc., que l'on a pu voir aux derniers salons des arts ménagers.

C'est une encyclopédie complète, condensée sous un format commode.

PHUSIS, **Près du Secret de la vie. Essai de morphologie universelle.** 1 vol. in-8 de 120 pages, avec 4 planches de croquis. Chez l'auteur, 11 *bis*, rue du Val-de-Grâce, et chez Picart, 59, boulevard Saint-Michel. Prix : 10 fr.

Cette forte brochure, bourrée d'un texte serré et de 150 croquis, se défend dans sa préface d'être l'œuvre d'un halluciné ou d'un mystique. Malgré d'innombrables majuscules évocatrices et un verbalisme un peu abusif, elle reste fort intelligible à lire et ne manque pas d'intérêt. L'auteur y a collectionné et classé dans tous les ordres de la nature une foule d'exemples on ne peut plus divers, les groupant suivant les formes directrices des forces qui ont modelé ces être animés ou non, si nous comprenons bien les idées de l'auteur. Dans des chapitres sur le Polygonisme, l'Hexagonisme, le Polyhexagonisme, le Curvoïdisme, la goniologie morphoïdique, etc., il rapproche ains les cristaux de neige, les cirques lunaires, les écailles d'un cône de pin, les cellules d'un rayon de miel et les prismes du basalte ; ou le cyprès, le dinornis et la série d'acalèphes se détachant en méduses, etc. L'intermittence et l'interférence des forces en jeu dans la nature sont évoquées aussi par l'auteur pour des considérations bien vastes sur « la matière vitalisée ». Les angles des directions de ces forces déterminent pour lui des « gabarits morphologiques » dont l'hexagone est le plus typique et le plus général, et qui dérivent de la circonférence. La force centrale terrestre, le bi-verticalisme et le bi-horizontalisme jouent encore un rôle important, avec bien d'autres choses, dans le livre aux vastes visées et aux innombrables notions diverses entassées, que signe le mystérieux Phusis.

RAYMOND CHEVALLIER, préparateur au Collège de France, **Au pied des volcans polaires.** 1 vol. in-8 de 108 pages, avec de nombreuses photographies. (F. Lanore, éditeur) Prix : 7 francs.

C'est le carnet de notes de voyage aux Feroe, à Jan Mayen et en Islande, d'un jeune savant déjà connu par ses recherches sur le magnétisme des laves, et qui accompagna dans les régions arctiques sur le *Pourquoi-Pas?* le commandant Charcot, qui a préfacé ce livre. Rien de plus amusant, de plus frais et de plus varié que ces récits de croisière faits sans aucune prétention, mais pleins de bonne humeur et de valeur évocatrice. Le petit livre de M. Chevallier se lit d'une traite, et avec grand plaisir

M. DE KEGHEL, ingénieur-chimiste, **Le blanchissage rationnel et automatique du linge.** 1 vol. in-8 de 132 pages (Gauthier-Villars, éditeur). Prix : 25 francs.

Écrit par un auteur très compétent sur les questions de blanchiment, et qui fait avec humour le procès des blanchisseurs « mercenaires » dont le travail est aussi brutal qu'irrationnel, ce livre passe en revue, en huit chapitres, les produits détersifs et leur mode d'action, puis les savons, ensuite la chimie-physique du mouillage et de la détersion du linge sali. Les opérations du blanchissage industriel, les adjuvants du savon et leur mode d'action, les eaux enfin, sont ensuite étudiés. Puis l'auteur arrive à l'emploi des persels, les étudie séparément, et détaille enfin dans un dernier chapitre le procédé rationnellement conçu d'après toutes les données précédentes, pour le blanchiment automatique du linge et avec le minimum de détérioration. En somme, « la soude mouille la fibre, le savon absorbe les salissures, le perborate donne de l'eau oxygénée et de l'ozone qui blanchit, alors que le blanchissage est la synthèse de toutes ces opérations. L'une ne va pas sans l'autre, l'une ne saurait se substituer à l'autre

Digitized by Google

Et ce n'est pas le frottage, ni à la main ni à la brosse, ni le passage dans des machines à laver, qui réformera ces principes fondamentaux. » On ne sera pas peu satisfait d'apprendre qu'en suivant les principes et les formules préconisés par M. de Keghel on conserve le linge pendant cinq à dix fois plus de blanchissages qu'en ayant recours aux procédés industriels, qu'il blanchit sans nulle manutention pénible ou longue et qu'il atteint à une blancheur parfaite.

L'examen médical avant le mariage, par treize auteurs français et étrangers. 1 vol. in-18 de 248 pages (de la *Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur. Prix broché : 12 francs.

C'est une réunion de conférences faites par des auteurs divers, médecins pour la plupart, mais aussi par des économistes, des statisticiens, des publicistes, sur le dépistage des tares contagieuses ou transmissibles à l'occasion du mariage. Il serait stupide de le rendre obligatoire ou du moins d'accorder un droit de *veto* en matière de nuptialité au médecin chargé de l'examen, puisque l'union libre en étant forcément dispensée se trouverait favorisée et chargée de transmettre toutes les tares que l'on veut éviter ; dès lors, ce n'est plus qu'un examen platonique et à peu près illusoire, puisque sans sanction. Cependant dans bien des cas, un examen médical avant le mariage, suivi de conseils appropriés, pourra prémunir les futurs époux contre des éventualités fâcheuses soit pour eux-mêmes, soit pour leur descendance.

Sur quelles bases doit reposer cet examen? Doit-il rester libre et facultatif? Doit-il être organisé administrativement ou même imposé législativement comme cela a été réalisé dans divers pays? Sur quels éléments faut-il se baser pour donner les conseils les plus efficaces? Telles sont les questions traitées dans ce volume. Le sujet étant encore controversé, il a paru utile de recourir à la collaboration d'auteurs divers exposant chacun son point de vue. Le volume réunit ainsi toutes les opinions et agrège tous les documents et renseignements utiles sur le sujet traité et sur ce qui a été déjà fait et appliqué dans divers pays.

H. Frédericq, professeur de physiologie à la Faculté de Médecine de Liége, **Aspects actuels de la physiologie du myocarde** (1). 1 vol. in-8 de 300 pages avec 132 figures. (Presses universitaires de France, éditeurs.) Prix cartonné : 35 francs.

L'auteur n'a point voulu faire une *Physiologie du cœur*, mais étudier seulement la propagation de l'onde d'excitation motrice dans son tissu musculaire et chez les mammifères surtout. Le caractère passablement spécial aussi bien que les vastes dimensions de ce travail, rendent illusoire le dessein d'en donner ici le résumé des conclusions ; mais signalons que ce résumé existe, net et détaillé, après chaque chapitre. L'étude sur les théories myogène et neurogène de l'automatisme et de la conduction intracardiaque, est particulièrement bien faite. Un énorme index bibliographique, comprenant près de 800 références, termine ce travail et donne une idée de la documentation et de l'érudition de l'auteur, d'ailleurs justement célèbre pour ses travaux personnels sur la matière.

Dr Wiesmann, ingénieur. **Les ventilateurs : calculs, tracés et applications** (trad. par M. Pelet). 1 vol. in-8 de 266 pages avec 140 figures. (Dunod, éditeur). Prix broché : 48 francs.

L'ouvrage de M. Wiesmann s'occupe de la théorie dans une première partie, et de la pratique industrielle dans la seconde : calculs des aubes, de la pression, accouplement, contrôle, installations pour des buts spéciaux (ventilation, séchage, transport pneumatique, dépoussiérage) ; alors que dans les 90 premières pages il étudie préalablement les propriétés physiques de l'air, puis l'aérodynamique (écoulement à travers un orifice dans une conduite, dans un réseau). La bibliographie est faite à l'allemande, c'est-à-dire ne signalant que des ouvrages *echtdeutsch* ; on n'y voit pas figurer, par exemple, l'ouvrage de M. Crussard. Ce qui n'empêche pas le livre de MM. Wiesmann et Pelet d'être un précieux enrichissement pour la littérature technologique française.

Dr Thomas Bret, **Précis de Métapsychique,** 1 vol. in-8 de 182 pages. (J.-B. Baillière et fils, éditeurs.) Prix broché : 20 francs.

Cet ouvrage se divise en deux parties bien distinctes. Dans la première, l'auteur s'occupe seulement de l'établissement d'un vocabulaire et d'une classification applicables à la métapsychie ; le seul vocabulaire n'occupe pas moins de trente pages in-octavo ; on peut s'étonner de n'y voir pas figurer des termes aussi fréquemment employés que *dématérialisation* et *psychométrie*. Puis les cent vingt pages suivantes étudient différents chapitres du métapsychisme : la personnalité, le subconscient et l'automatisme, les médiums, leurs conditions d'activité, la médiumnité induite, et le *météther*, ou univers supranormal, de Myers Le livre est écrit d'une façon claire, ce qui est assez rare chez les ouvrages écrits par des convaincus. Les nombreuses anecdotes qui le parsèment en rendent la lecture intéressante, si leur valeur est bien inégale et si l'on voit regretter qu'elles ne soient pour ainsi dire discutées ou examinées d'un point de vue critique.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

PHYSIQUE

Onze mille tours à la seconde. — Lorsque l'ingénieur suédois Gustav De Laval exécuta des turbines à vapeur tournant à 15 000, 20 000 et même 25 000 tours à la minute, ce qui faisait 300 à 400 tours par seconde, on fut émerveillé et effrayé : les questions de centrage, d'équilibrage, de vibrations, d'ajustage des pivots sur les paliers ou les crapaudines, de lubrification, etc., devenaient très délicates ; et en particulier, les effets d'arrachement sur la périphérie engendrés par la force centrifuge pouvaient être très inquiétants. Pour des objets de moindre rayon qu'un rotor de turbine industrielle, Foucault avait obtenu des rotations plus rapides encore avec sa petite turbine à air comprimé faisant tourner un miroir pour sa merveilleuse expérience de la mesure de la vitesse de la lumière. Enfin, faisons remarquer qu'une balle de fusil de guerre tourne à une vitesse de 2 500 à 3 000 tours par seconde au départ, son avancement à la sortie du canon étant de 700 à 800 mètres à la seconde suivant les modèles, et le pas des rayures en hélices qui la guident étant de l'ordre de $0^m,25$.

M. Huguenard, directeur-adjoint du laboratoire d'aviation à l'Ecole des Hautes-Etudes, vient de mener à bien avec M. Henriot une série d'expériences du plus grand intérêt, dont il donne les résultats dans la *Revue générale des sciences* du 30 octobre. Un cône de métal tourné repose au-dessus d'un cône creux de 90° d'angle où vient déboucher de l'air comprimé à quelques kilogrammes par centimètre carré, par des tuyères s'y ouvrant obliquement. Le cône plein destiné à tourner, soutenu au-dessus de la cavité (à *très faible* distance, en vertu d'un effet d'aspiration s'opposant à l'action expulsante du gaz) par le jet aérien, a un angle d'environ 100 à 120°, et porte une série de rayures radiales en hélicoïdales sur lesquelles s'exerce la pression du gaz pour provoquer la rotation. Cette petite toupie, portée par l'air comprimé qui sort du cône creux, tourne la pointe en bas au-dessus de lui, sans porter ni frotter sur autre chose : ce qui réduit au minimum les frottements, et supprime la question du lubréfiage.

C'est dans ces conditions que MM. Huguenard et Henriot ont obtenu des rotations à un régime encore jamais atteint : une toupie conique ayant $11^{mm},7$ soutenue et propulsée par de l'air à 3 kilogrammes par centimètre carré, a atteint 11 000 tours par seconde, ce qui représente pour un point de son pourtour 404 mètres de déplacement dans le même temps. Ils ont obtenu des rotations de 1 700 tours-seconde avec des toupies plus volumineuses (72 millimètres de diamètre, poids 600 à 800 grammes). La suspension sur jet gazeux permet de se contenter d'un centrage approximatif ; la mesure précise des vitesses angulaires de rotation se fait soit par la méthode stroboscopique (tubes au néon à éclairs très rapprochés), soit par la méthode acoustique, ou plutôt par l'une des méthodes de cet ordre (rotor aimanté tournant près d'une bobine reliée à un téléphone; égalité de hauteur de son avec un sifflet étalonné, vérifiée par l'absence de battements, etc.).

Les effets centrifuges sont naturellement énormes pour de pareilles vitesses angulaires : ainsi pour une rotation de 10 000 tours par seconde la valeur de la force centrifuge dans un appareil de 6 millimètres de rayon atteint près de 2 millions et demi de fois la valeur de la pesanteur à la surface terrestre. Même à des allures plus modestes, le champ de gravité périphérique y est tel qu'il centrifuge à froid du plomb remplissant la toupie : la région centrale en est vidée, et le métal est massé vers la périphérie. M. Huguenard poursuit avec Mlle Laurent des essais sur la mesure de la vitesse de la lumière, par la méthode du miroir tournant de Foucault, sur des distances extrêmement réduites, de l'ordre du mètre : la fixation d'un petit miroir plan sur un rotor tournant à quelque 10 000 tours par seconde, sans rompre son attache ni déformer sa surface, n'est pas une petite difficulté.

CHIMIE

La production de gaz naturel en Pologne. — Elle a été en 1926 de 481.367.000 mètres cubes, dont 57.946.000 pour le district de Jaslow, 344.724.000 pour celui de Drohobycz et 78.697.000 pour Stanislawo. 190.021.504 mètres cubes ont été traités pour en extraire la gazoline et on a obtenu 18.255 tonnes d'essence dont on a exporté 8.340 ; 15.988 tonnes furent consommées dans le pays. On tend de plus en plus à employer le gaz naturel au chauffage et à la fabrication de gazoline ; on manque actuellement de gaz et on envisage l'utilisation du gisement de Daschau.

La production mondiale de soie artificielle. — La part des Etats-Unis dans la production mondiale de soie artificielle est de 28 p. 100, celle de l'Italie 17 p. 100, celle de l'Allemagne 13 p. 100, celle de l'Angleterre 12 p. 100, celle de la France 9 p. 100, celle de la Hollande 6,5 p. 100 et celle de la Belgique 5 p. 100. Les débouchés, dont on avait craint ces dernières années qu'ils deviennent insuffisants par rapport au nombre sans cesse croissant des usines productrices, gardent une ampleur rassurante : d'après le *Journal of Commerce*, la demande en soie artificielle ne cesse de croître aux Etats-Unis. La Tubize Artificial Silk vient de se procurer du nouveau matériel lui permettant de produire plus de 7 millions de lb. par an. D'autre part ses stocks de réserve ne représentent plus à l'heure actuelle qu'une consommation de deux à trois semaines, ce qui est tout à fait anormal. Les grands producteurs Viscose, Du Pont, etc., se plaignent tous d'être à court de stocks. On s'attend donc à ce que des achats importants soient faits à l'étranger pour suppléer à cette insuffisance de produits américains. Au surplus, et à simple titre d'exemple, une nouvelle Société vient d'être créée à Athènes pour manufacturer la soie artificielle à base d'acétate de cellulose ; elle a pris le nom de Société l'Acétose. La Société anonyme de Soie artificielle qui fabrique la soie au cuivre ammoniacal doit porter très prochainement sa capacité de production de 200 à 1.000 kilogrammes par jour.

Digitized by Google

Les perfectionnements aux cokeries modernes. — Depuis quelques années, d'importants perfectionnements ont été réalisés dans la construction des fours, dans le matériel employé, dans la quantité du gaz et du coke obtenus. Il ne faut plus aujourd'hui, dit M. C. Berthelot, pour produire 100.000 mètres cubes de gaz par vingt-quatre heures, que 24 hommes, alors qu'il en fallait 200 dans les usines à gaz munies de fours à cornues et traitant la même quantité. L'industrie des fours à coke est appelée à un grand avenir, d'autant plus que son gaz constitue une matière première des plus économique pour la synthèse de l'ammoniac, de l'alcool méthylique et de l'alcool éthylique.

MÉTALLURGIE ET MINES

Le marché de l'aluminium. — Le premier acte du groupement international qui réunit le plus grand nombre des producteurs européens d'aluminium, et dont fait notamment partie pour la France la Société Alais, Froges et Camargue, a été l'abaissement du prix du métal. Cette baisse n'est donc pas le résultat de la loi de l'offre et de la demande mais l'application de la première partie d'un programme qui vise au développement de l'emploi de l'aluminium par l'amélioration de sa qualité, la création d'alliages nouveaux adaptés aux besoins les plus variés et une propagande méthodique.

La production française de ferro-manganèse. — En 1913, la production totale du ferro-manganèse était de 13.000 tonnes, fournie presque exclusivement par les hauts fourneaux. A partir de 1912, favorisée par les hauts cours, la production au four électrique devint importante et s'éleva jusqu'à 18.000 tonnes en 1923. Mais depuis l'acier produit au haut fourneau a regagné du terrain, et la production totale française en 1926 a été de 50.000 tonnes, dont 30.000 pour Paris-Outreau, et 9.000 fabriquée au four électrique. On sait que cet alliage est de plus en plus la base de la fabrication des aciers à haute résistance.

La main-d'œuvre étrangère dans les mines de Lorraine. — On sait que la France emploie, par suite de sa faible natalité, de ses pertes pendant la guerre et du grand développement industriel qui a suivi celle-ci, une très forte proportion de main-d'œuvre étrangère. Pour se limiter à l'industrie minière, et à la région lorraine (Briey-Longwy Nancy), les chiffres donnant la moyenne pour les dernières années sont très significatifs.

Si dans le Bassin de Nancy les Français sont en très grande majorité, il n'en est pas de même pour Briey et Longwy, où les Italiens sont deux fois plus nombreux (encore cette proportion était-elle plus forte avant 1926); les Polonais, qui ont au contraire été en accroissement continuel, dépassent aussi notablement les Français à Briey, et sont moins nombreux à Longwy. Les Serbes et Tchèques atteignent le dixième des Français à Briey, les Belges le tiers à Longwy ; peu d'Allemands et de Luxembourgeois, moins encore de Russes. Chose remarquable, il n'y a pour ainsi dire pas de Suisses. Au total, les étrangers formaient au début de 1927 les trois quarts de la population ouvrière pour l'ensemble de la région, avec la moitié de ces étrangers constituée par des Italiens et plus du tiers par les Polonais.

Ce qui est plus grave, c'est l'instabilité de ce personnel hétérogène, qui ne peut être sérieusement trié à l'embauchage ni suivi de près. Dans la seule année 1929 et pour le seul bassin de Briey, pour avoir 1 685 ouvriers de plus il a fallu pratiquer 12 867 embauches, soit engager 8 hommes en une année pour en conserver un : 93 sur 100 n'ont pas fait l'année. Un quart a moins de trois mois de présence, plus de la moitié a moins d'un an, un cinquième seulement travaille depuis plus de trois ans.

OPTIQUE

La construction optique de précision. — Bien que la plupart des instruments fondamentaux classiques de l'Astronomie, de la Géodésie et de la Cartographie soient stabilisés dans leurs grandes lignes depuis un siècle au moins (le dipléidoscope, l'astrolabe à prisme et le télémètre sont, avec le théodolite photographique imaginé par Laussedat, à peu près les seuls instruments de terrain qui se soient imposés ou maintenus depuis), leurs détails et même leur silhouette se modifient lentement. Pour les instruments d'exploration aussi bien que pour les grandes pièces d'observatoire, la tendance très nette depuis la fin du XIXe siècle est de concentrer les appareils sous un aspect plus ramassé et d'éviter les pièces longues et grêles pour lesquelles la construction française a toujours marqué une certaine affection. *La Revue d'Optique* de mai 1927 donne une description détaillée d'un théodolite universel d'un nouveau modèle, récemment présenté par un constructeur suisse, M. H. Wild, et qui présente de nombreuses particularités intéressantes. La lunette, par exemple, à mise au point par lentille divergente interne se déplaçant par une bague moletée (la vieille crémaillère latérale est d'un archaïsme scandaleux), grossit vingt-quatre fois avec une longueur totale de 17cm,5 seulement. L'ouverture de l'objectif atteint F/3,4. Le dispositif stadimétrique à bilame prismatique permet l'évaluation des distances avec une précision pouvant atteindre le 1/5000e (on sait que la stadimétrie consiste à mesurer la distance où se trouve une mire, non en portant jusqu'à elle une chaîne d'arpenteur ou un ruban d'acier, mais simplement par une visée, qui montre les divisions peintes sur elle sous des angles d'autant plus réduits qu'elle est plus loin).

Mais une des plus curieuses particularités de ce théodolite est d'avoir ses cercles non en métal, mais en verre (glace travaillée optiquement) gravé : les divisions sont tracées à la machine sur un vernis très mince que l'on enlève après une légère morsure des traits à l'acide fluorhydrique ; puis on argente le tout, et les divisions se voient en dépoli sur fond brillant. La machine à diviser est « installée avec un grand luxe de précautions dans une cave à température constante, directement sur le rocher et à l'abri de toutes vibrations, le plancher de la cave étant indépendant du support de la machine. » A ce propos, ne serait-il pas avantageux d'exécuter en série des cercles divisés en photographiant sur glace collodionnée ou sur métal argenté et iodé (daguerréotypie) une grande circonférence divisée tracée sur papier ? La réduction pouvant être aussi grande qu'on voudra, les erreurs de tracé pourraient devenir absolument infimes, les traits d'une finesse illimitée et les aberrations de l'objectif reproducteur complètement négligeables. On pourrait même obtenir sur verre la reproduction du tracé, et n'avoir qu'à en tirer des épreuves sur les cercles que l'on veut monter, ce qui diminuerait dans une proportion considérable le temps et le coût de l'exécution de ceux-ci.

Digitized by Google

Les instruments montés et terminés sont soumis pendant une demi-heure à de violentes secousses sur une plate-forme bousculée par des cames. Ils permettent néanmoins des pointés permettant une précision de l'ordre de 1"5, et une sûreté de mesure angulaire moyenne de 5" à 6", ce qui est absolument remarquable pour un appareil portatif ne pesant que 4 kg. 300, avec un cercle horizontal de 95 mm. de diamètre, et un vertical de 5 centimètres seulement.

ÉCONOMIE POLITIQUE

Le commerce extérieur par tête d'Européen en 1925. — La revue allemande *Wirtschaft und Statistik* a établi pour l'année 1925 le relevé des importations et exportations par tête d'habitant pour les divers pays d'Europe. La dépense est naturellement évaluée en dollars, qui depuis dix ans est la monnaie «standard» pour l'univers. Les pays où le trafic par tête est le plus important sont, dans l'ordre, les Pays-Bas (234 $ 59 par habitant), le Danemark, la Suisse, la Grande-Bretagne (ces quatre pays dépassent 200 $ par habitant), puis la Belgique, l'Irlande, la Norvège .., la France vient, avec 105 $ 47 par tête, avant l'Allemagne (80 $ 31) et les Etats-Unis (79 $ 06). Les pays où le mouvement d'affaires par habitant est le moins fort sont le Portugal, la Turquie, la Pologne et la Bulgarie, avec une vingtaine de dollars par habitant ; puis, infiniment plus bas, la Russie (4 $ 70).

Les Pays-Bas viennent également en tête pour le chiffre des importations (135 $ 11) ; viendraient ensuite, dans l'ordre : Grande-Bretagne, Suisse, Danemark et Belgique, dépassant tous 100 $ par tête. Pour les exportations, les trois pays de tête sont, dans l'ordre, le Danemark (112 $ 23), la Suisse, les Pays-Bas (99 $ 48). Les exportations sont pour tous les pays d'Europe inférieures aux importations, excepté pour la France (53 $ 58 contre 51 $ 89, et la disproportion a encore augmenté depuis), la Finlande, la Tchécoslovaquie et la Yougo-Slavie. Pour les Etats-Unis, chaque habitant importe 31 $ 41 et exporte 42 $ 34, soit un tiers de plus.

La balance commerciale française favorable. — D'après les statistiques établies pour les dix premiers mois de l'année 1927 par les autorités douanières, les importations en France de produits étrangers se sont élevées à une valeur de 43 005 019 000 francs et les exportations de produits français à 45 333 837 000 francs laissant une balance favorable de 2 328 000 000 de francs.

NAVIGATION

« La Savoie » désaffectée après vingt-six ans de service. — *La Savoie*, l'une des plus anciennes unités de la flotte de la Compagnie Générale Transatlantique, vient d'être rayée de la liste des navires de cette Société. Elle a effectué le 16 octobre son dernier voyage New-York-Le Havre, après vingt-six ans de service sur cette ligne. Ce paquebot a été, en effet, construit en 1901 dans les chantiers de Saint-Nazaire, et a fait 446 traversées de l'Atlantique, ce qui représente 2 560 000 kilomètres ou l'équivalent de 64 fois le tour de la terre. Durant sa longue carrière *la Savoie* a transporté 275 003 passagers. C'était un vaisseau de 11 881 tonnes et de 22 000 CV.

Pendant la guerre, transformée en croiseur auxiliaire, *la Savoie* avait été mise en service dans la Méditerranée ; durant cinquante mois, elle a participé à de nombreuses opérations de guerre.

La vitesse des navires des principaux pavillons. — Les principales nations maritimes qui ont des navires dont la vitesse dépasse 12 nœuds, se répartissent de la façon suivante :

	Grande-Bretagne.	France.	U.S.A.	Italie	Allemagne	Japon
Nav. de plus de 12 nœuds	1 281	277	233	185	206	153
— 14 —	435	105	99	54	56	29
— 16 —	145	55	35	26	10	9
— 18 —	38	19	4	9	2	2
— 20 —	12	11	1	9	2	1

Cette statistique montre que la France vient partout en deuxième ligne : elle possède en particulier presque autant de grands paquebots rapides que l'Angleterre. Tâchons de maintenir dans l'avenir la place que nous occupons actuellement.

AUTOMOBILISME

Vingt-huit millions d'autos circulent dans le monde. — D'après une statistique établie aux Etats-Unis d'une manière très sérieuse, par trois grands organes spécialisés dans l'automobilisme, 27 millions 527 238 véhicules automobiles (voitures de tourisme, de luxe, camionnettes camions) circulaient dans le monde, fin décembre 1926.

L'augmentation en une année avait porté sur 3 074 971 véhicules, soit 8 424 véhicules par jour.

Comme la production est sensiblement la même en ce moment que l'an dernier, on peut estimer qu'actuellement notre planète est sillonnée de 28 millions de véhicules automobiles, absorbant quotidiennement, sur la base moyenne de 5 litres d'essence par voiture, 140 millions de litres d'essence, soit 51 milliards de litres par an.

Les Etats-Unis restent en tête avec une circulation de 22 millions de véhicules. L'Europe est comptée pour 3 100 000 véhicules, l'Amérique du Nord et du Sud (les Etats-Unis exceptés) pour 1 370 750, l'Océanie pour 517 000, l'Asie pour 295 000 et l'Afrique pour 180 000.

Fin 1925, le Canada prenait la seconde place dans la statistique par nations, devant la France et la Grande-Bretagne.

Fin 1926 la Grande-Bretagne avait remplacé le Canada avec 984 308 véhicules. La France restait troisième avec 901 000 véhicules, en augmentation de 100 000 sur 1925, et le Canada était quatrième avec 820 000, précédant l'Australie 361 000, l'Allemagne 318 000, la République Argentine 222 000, l'Italie 150 000, la Belgique 130 000, la Nouvelle-Zélande 123 000, le Brésil 100 000, les Indes anglaises 100 000, la Suède 99 000, l'Espagne 85 000 etc.

En ce qui concerne les motocyclettes, l'Europe arrive bonne première avec 1 235 000 machines, les Etats-Unis sont seconds avec 128 622 machines.

La plus importante circulation en moto est celle de la Grande-Bretagne avec 500 000 machines contre 155 000 en France.

Les autobus de Londres. — La capitale du Royaume-Uni possède plus de 5.000 autobus, desservant plus de 2.000 kilomètres de trajets réguliers. Les autres moyens de transport en commun sont en proportion ; aussi dans ces dix dernières années le métro londonien a-t-il transporté 550 à 600 millions de voyageurs chaque année, le réseau de trains de banlieue 300 à 350 ; les tramways ont peu varié aux environs d'un milliard, et les autobus par contre, réduits dans leur trafic par les économies d'essence pendant la guerre, ont doublé en six ans le

Digitized by Google

nombre de voyageurs transportés (861 millions en 1919 1.671 en 1925). Au total, le nombre d'usagers de ces divers moyens de transports en commun n'a fait qu'augmenter chaque année, sauf un fléchissement en 1921 : il a atteint depuis cette époque des chiffres compris entre 3 milliards et 3 milliards et demi en une année. La population du *Greater London* ayant passé de 6.872.000 à 7.733.000 habitants, on peut calculer que chaque habitant effectuait en moyenne un trajet par jour dans les transports en commun, et près d'un et demi (456 par an) en 1925

« Tous nos maux, dit Pascal, viennent de ce que nous ne savons pas nous tenir en repos dans dix pieds carrés de chambre ».

Les véhicules automobiles en France depuis vingt-cinq ans.

	Autobus Camions Camionnettes.	Voitures de Tourisme.	Cyclecars Sidecars.	Totaux.	Produits de la taxe de l'État.
1901.	—	5 386		—	—
1905.	—	21 523		—	—
1910.	—	53 669		—	—
1911.	—	64 209		—	—
1912.	—	76 771		—	—
1913.	—	90 959		—	—
1914.	—	107 535		—	—
1919.	—	93 115		—	—
1920.	78 680	153 571	6 375	238 624	—
1921.	94 836	194 452	16 489	305 777	95 738 000
1922.	123 009	240 143	26 143	389 295	121 968 000
1923.	156 987	290 928	39 159	487 074	148 171 000
1924.	221 583	352 458	48 298	623 234	205 178 000
1925.	268 477	452 829	54 803	776 109	311 275 000

Il existe ainsi 60 p. 100 de voitures de tourisme et 40 p. 100 de camions, le dernier accroissement 1924-1925 étant de 100 000 voitures et de près de 50 000 camions.

Les services automobiles publics s'étendent sur 66 000 kilomètres et forment un réseau comparable à celui des voies ferrées ; ils ont transporté en 1925, environ 30 millions de voyageurs et 350 000 tonnes de marchandises.

ANTHROPOLOGIE

L'Homme de la Nature. — Combien de gens sont persuadés que les populations « primitives », que les « races sauvages » (termes très vagues et employés à faux) sont plus saines et robustes, mieux armées pour vivre et lutter contre les intempéries, la famine, les animaux dangereux ou la maladie, que les races civilisées ! Ils paraissent convaincus que la tuberculose, le cancer, la syphilis, la goutte ou l'anémie sont le regrettable apanage des races civilisées, qu'ils jugent étiolées, débilitées, prêtes à se flétrir et s'effondrer au premier heurt avec l'accident. Jean-Jacques Rousseau, qui n'avait jamais vu d'autochtone d'Afrique équatoriale, d'Amérique ou d'Australie, n'en célébrait pas moins *a priori* la perfection de l' « état de nature » avec autant de conviction que s'il eût assisté auprès de l'Être suprême à sa formation, lui qui ignorait tout de l'ethnographie ; et Voltaire exagérait à peine en disant que son confrère était fait pour nous ramener à la marche à quatre pattes. De là à joindre la bonté, la justice et la vertu à la force, à la résistance et à la sobriété dont le pauvre Jean-Jacques dotait libéralement tout primitif, il n'y avait naturellement qu'un pas, et qu'il franchissait immédiatement.

Or, on sait aujourd'hui — et ceux qui habitaient « chez les sauvages » le savaient bien, même avant le XVIIIe siècle — que ces vertueux primitifs, ces amants de la simplicité qui n'ont presque aucun besoin et ont le mépris de l'or et du faste, ces laborieux et gais enfants de la Nature qui connaissent encore l'âge d'or, et ignorent les conventions sociales, sont aussi richement pourvus de vices que leur intelligence leur permet d'en concevoir ; aussi avides de futilités, insignes, richesses, que les ressources du pays leur permettent d'en connaître; paresseux bien au delà de ce qu'on peut imaginer, cruels pour la plupart comme nous n'en avons pas l'idée, et prisonniers de conventions, lois et hiérarchies plus qu'en Europe ou en Chine.

Il en est exactement de même du point de vue biologique. Un homme qui, lui, connaît les nègres de l'Afrique centrale un peu mieux que l'auteur du *Contrat social*, le commandant Delingette, donne les précisions statistiques suivantes : « On prend à peine en Afrique *le quinzième* des conscrits noirs. C'est ainsi que sur 1 400 inscrits on trouve *difficilement* 300 aptes, sur lesquels on prend une *cinquantaine* d'engagés et une *quarantaine* d'appelés. Il reste 900 ajournés et 100 refusés. On classe en réserve 200 soi-disants aptes (il faut voir ça !) Comment parler d'instruction militaire pour des gens qui ne tiennent pas debout? *Onze* sur *quatorze* présentent des tares... Un enfant sur dix, à peine, survit à un an ».

Il est certain que c'est une autre sottise, plus moderne que de prétendre que l'Européen décime les populations où il s'installe, en lui apportant des maladies alors inconnues d'elles et en les surmenant par le travail. La vérité est que — sans dénier qu'on développe souvent chez elles l'alcoolisme par exemple, *qui était loin de leur être inconnu* — là où s'implante la colonisation européenne la vie moyenne se met aussitôt à s'élever, tant par la diminution de la morti-natalité que par l'amélioration de la santé par l'hygiène, la décroissance des maladies par la prophylaxie et la thérapeutique, enfin par la disparition progressive des famines, fléau auquel nous ne pensons plus en Europe, mais qui tient sous son absolue dépendance au plus bas mot cinq à six cents millions d'êtres humains.

HYGIÈNE URBAINE

Les fumées de l'air des villes. — La mixture opaque et délétère que l'on appelle « l'air » dans les grandes villes industrielles, contient du charbon, de la poussière minérale et des produits chimiques en quantité impressionnante, sans parler, bien entendu, des microbes. Le « Comité pour la diminution des fumées et vapeurs nocives » fonctionnant en Angleterre, estime que sur chaque mille carré (2.59 kilomètres carrés) s'abattent par année en pluie noire 560 tonnes de charbon à Liverpool, 546 à Newcastle, 280 à Glasgow, 256 à Londres ; cela fait 1.000 à 2.000 kilogrammes par hectare, 100 à 200 grammes par mètre carré. Au total, 3 millions de tonnes, valant 6 millions de livres sterling, seraient gaspillées en suie salissante et malsaine dans l'ensemble du Royaume-Uni; un cinquième proviendrait des cheminées d'usine, le reste des foyers domestiques.

A cette perte de matière il faut ajouter les dépenses causées par le supplément-d'éclairage nécessité pars l'ob-

Digitized by Google

curcissement de l'air, le temps perdu par les transports en commun, les accidents de la rue et des voies ferrées, les maladies causées par cette pollution de l'air, etc. On a prétendu que le *fog*, le brouillard opaque de certaines journées, coûtait à Londres 1 000 francs la minute. Sir Frank Braines estime que les seuls frais annuels d'entretien des bâtiments officiels seraient diminués de près de moitié, soit au moins 600 000 livres sterling à Londres, si l'air était moins chargé d'acide ; et qu'à Manchester les frais supplémentaires de blanchissage domestique causés par la saleté de l'air s'élèvent à plus de 200 000 livres, ou que cette corvée imposée par le charbon qui flotte dans l'atmosphère représente pour les ménagères de la ville, en une année, 688 ans de travail inutile.

Quant à l'effet sur la santé publique, on pense bien qu'il est déplorable : absorber des goudrons et des acides, et ne pas jouir de l'ultra-violet de la lumière solaire que filtre cet air impur, est évidemment très mauvais pour tout être vivant. Lors de la grève des mineurs anglais de 1921, les décès par maladies respiratoires tombèrent à 536 au lieu de 996 pour la même période de l'année précédent, à Glasgow. Toute la presse anglaise fut « inondée de lettres, d'articles et même de poésies commentant avec joie les rayons de soleil retrouvés, l'atmosphère purifiée et la beauté des paysages pendant l'absence temporaire des fumées. »

CHRONIQUE CANADIENNE

La téléphonie entre le Canada et le Mexique. — Un service téléphonique entre le Mexique et le Canada a été inauguré le 22 novembre dernier. A cette occasion, le président Calles et le gouverneur général du Canada ont échangé des salutations.

Le transport aérien des courriers postaux. — Le gouvernement canadien a conclu avec le *Trans-Continental Airways Co.* un contrat, afin d'effectuer un service postal par avion durant l'hiver avec des points du golfe Saint-Laurent, que la saison des glaces isolait jusqu'à présent presque complètement. Les Sept-Iles et les Iles de la Madeleine jouiront d'un service hebdomadaire, tandis que l'île d'Anticosti sera visitée quatre fois durant l'hiver.

D'autre part, le gén. Mac Brien, président du comité exécutif de la Canadian Air League, a annoncé que le transport du courrier postal européen par avion de Saint-John et de Halifax vers l'intérieur du pays était actuellement à l'étude.

L'Ile-aux-Basques, point de débarquement des premiers Européens au Canada. — L'honorable M. Adélard Turgeon, président de la Société des Monuments historiques, fait poser dans l'Ile-aux-Basques une plaque commémorative rappelant les exploits des navigateurs basques, pêcheurs de baleines, qui avant même la découverte du Canada par Jacques Cartier, remontaient le Saint-Laurent jusqu'au Saguenay pour installer dans cette île des fourneaux où ils faisaient fondre la graisse de baleine.

Trois de ces fourneaux existent encore dans l'Ile-aux-Basques et deux autres à l'Anse-aux-Basques. Ils sont parfaitement conservés.

Les ressources de l'enseignement au Canada. — Des fêtes ont eu lieu à Valleyfield à l'occasion de l'inauguration du collège Saint-Thomas d'Aquin. Un banquet a réuni 600 convives. Des discours ont été prononcés par Mgr. A. P. Sabourin, supérieur du collège, l'Hon. M. Athanase David, M. Lawrence A. Wilson, député de Soulanges-Vaudreuil, M. le juge Albert Sevigny et M. Maxime Raymond, député de Beauharnois.

Au cours de son allocution, M. Lawrence A. Wilson a annoncé qu'il faisait un don de 25 000 dollars au collège Saint-Thomas d'Aquin.

La population du Canada au cours du XX^e^ siècle. — Le premier ministre de la Saskatchewan, M. Gardiner, estime qu'en 1950, la population du Canada sera d'au moins 23 millions. Cela fait dire à un quotidien de Toronto que cette ville aurait alors 1 500 000 âmes et Montréal plus de 2 000 000. On peut conclure que la plus forte partie de la population canadienne, dans une vingtaine d'années, sera urbaine, comme c'est déjà la tendance dans plusieurs provinces et un fait établi dans l'Ontario, le Québec et le Manitoba.

Le Canada est devenu le plus gros client des Etats-Unis. — Il ressort des récentes statistiques commerciales de Washington que le Canada est en train de devenir le grand client des Etats-Unis, comme importateur de produits américains. Tandis que, pendant les huit premiers mois de 1927, la Grande-Bretagne, jusque-là principale acheteuse aux Etats-Unis en importait pour 525 millions et demi de dollars de marchandises diverses, le Canada en a acheté pour 544 millions. Le *Sun* de New-York note que cela est un indice marqué de la belle situation financière du Canada et de sa prospérité nationale.

Le grenier canadien : près de 500 millions de boisseaux de blé. — La récolte totale de blé au Canada pour l'année 1927 sera de 444 282 000 boisseaux, chiffre à comparer avec 409 911 000 boisseaux en 1926, suivant un rapport que vient de publier le bureau fédéral de la statistique.

Le rendement du blé d'automne est d'environ 22 000 000 de boisseaux, et celui du blé de printemps de plus de 421 000 000 de boisseaux.

Digitized by Google

CHRONIQUE SOCIOLOGIQUE

L'Epargne et l'Economie nationale. — M. G. de Traversay a récemment publié dans l'*Economie nouvelle* (juin 1927), une étude fort remarquable, très impartiale et très juste, sur la situation qui est actuellement faite en France à ceux qui veulent bien contribuer à équiper ou à accroître ce fameux « outillage national » dont tout politicien parle d'abondance, mais détourne les bailleurs de fonds par l'invraisemblable politique que la majorité pratique envers les capitaux. En voici l'essentiel d'après *la Chronique des Transports*, qui envisage principalement la question ferroviaire, le réseau étant actuellement l'ossature essentielle de l'équipement d'un pays.

Les valeurs mobilières, qui représentent la forme la plus répandue et la plus démocratique de l'épargne, sont précisément aussi la forme de richesse la plus lourdement frappée. En 1926, au titre de l'impôt cédulaire — et non compris les impôts spéciaux qui frappent les valeurs mobilières : taxes de transmission, droit de transfert, droit de timbre, impôts sur les opérations de Bourse !— les porteurs de ces valeurs ont, dit le rapporteur, payé 66 p. 100 du total payé par toutes les autres formes de revenus. Pour un grand nombre de titres, — déjà dépréciés par la baisse du franc, — le fisc ampute la presque totalité du revenu déjà privé des quatre cinquièmes de son pouvoir d'achat par la hausse du coût de la vie, — et l'on cite même des cas où il réclame plus que le montant du coupon !

(Nous pouvons, en effet, signaler l'exemple des Mines de Potasse d'Alsace, trop typique pour que nous ne le citions pas à la suite de l'étude de M. de Traversay.)

Cette véritable politique de destruction des capitaux a ruiné l'esprit d'épargne et avec lui le crédit. Les émissions qui atteignaient en France 4 milliards par an avant la guerre ne se sont plus élevées qu'à 875 millions-or en 1926, soit 21 p. 100 du chiffre d'avant-guerre pour un territoire plus vaste, plus peuplé et plus industriel ; les taux d'emprunt se sont élevés jusqu'à 10 p. 100 dans les premiers mois de 1926 et les charges totales ont souvent atteint 15 p. 100. On ne s'étonne donc pas du retard déplorable que subit, par exemple, la mise en valeur si urgente, de nos colonies. Tandis qu'elles ont emprunté 3 milliards pour s'outiller et que leurs budgets annuels ne dépassent pas 2 milliards, les colonies britanniques dont la superficie n'est pas triple de la leur, ont emprunté plus de 200 milliards et ont des budgets de 55 milliards. Les nôtres possèdent 12 000 kilomètres de chemins de fer (dont 7 000 en Afrique du Nord) ; celles de l'Angleterre, 130 000 kilomètres.

Cette paralysie du développement de l'outillage économique est presque aussi sensible dans la métropole, et M. de Traversay prend pour exemple le cas des grandes Compagnies de chemins de fer, que la cherté du crédit oblige à ajourner des améliorations très désirables et essentiellement productives, comme le développement de la traction électrique. Sur la seule ligne de Paris à Vierzon, la Compagnie d'Orléans escompte une économie de 250 000 tonnes de charbon par an. La traction électrique, outre ses multiples avantages, permettra d'accroître la capacité de transport sans doublements de voie coûteux. L'électrification s'impose : mais sa réalisation est entravée par la cherté des capitaux. Le taux d'intérêt des emprunts du P.-L.-M., qui était de 8,34 p. 100 en 1921, est passé à 12, 50 p. 100 en 1926. La progression est la même pour les Compagnies du Nord et du Midi. Malgré l'élévation de ces taux, les Compagnies ont dû, dès 1922 et 1924, faire appel aux capitaux étrangers ; et les charges correspondantes s'alourdissent à mesure que le franc baisse. Les tarifs de transport ne peuvent qu'être aggravés de ce chef.

Le Parlement ne se rend pas toujours compte de la répercussion des mesures fiscales qu'il vote !

M. de Traversay rappelle encore la statistique communiquée à la Chambre le 15 janvier 1926 par M. de Monzie, et d'où il résulte que sur une dépense de 100, par une Compagnie de chemins de fer, l'Etat prend 10, le personnel plus de 41, le Conseil d'administration 0,1, le capital-actions 2 p. 100 (encore la quote-part des actionnaires et obligataires est-elle réduite de 25 p. 100 par les impôts).

Le budget des réseaux représente 10 milliards ; le service des dividendes, primes comprises, représente 150 millions. Une économie de 150 millions a pour conséquence une prime de 1 million. C'est peu, surtout si l'on songe que, toujours d'après M. de Monzie dont les évaluations sont plutôt modérées, les actions, par rapport à la situation d'avant-guerre, ont perdu 87 p. 100 de leur valeur-or, et les obligations 45 p. 100.

***

A la suite de ces justes remarques, qui n'empêcheront pas certains partis politiques dont vivent grassement leurs chefs, faute d'un moyen avouable d'existence, d'affirmer que « le rentier ne paie pas d'impôt », reproduisons l'article vivant et précis de notre confrère *la Revue industrielle de l'Est* sur le même sujet. On verra avec quelle véritable inconscience le Parlement conçoit le fonctionnement de « la pompe à phynances » aboutissant au même résultat que le légendaire Catoblepas qui se dévorait lui-même par pure inattention et sans s'en apercevoir.

« Nous avons signalé des actes prouvant que l'Etat rançonne cruellement certaines industries françaises : pour peu qu'il continue ses exactions, elles mourront bientôt de male mort. Elles pourraient vivre et prospérer, si on ne leur appliquait des sangsues qui pompent toute leur substance vitale.

Voici un fait nouveau et criant : La Société des mines potassiques Kali-Sainte-Thérèse a voté, pour ses actionnaires, un dividende fixé à 75 fr. 60 par titre. Combien le fisc a-t-il osé prélever sur ce chiffre? 75 fr. 58 !

Chaque actionnaire touchera donc cette infime somme : deux centimes! Il ne lui restera guère que les yeux pour pleurer. Comment l'administration n'a-t-elle point raflé ce dividende tout entier? Trace ultime de scrupule, sans doute.

Je serais curieux d'apprendre quels motifs les Gobsecks officiels peuvent bien prétexter pour tondre jusqu'au sang un groupe d'hommes qui ont mis leurs économies dans cette affaire. Quelles lois invoquera le fisc, quand on le priera de légitimer sa conduite?

Digitized by Google

Encore a-t-on déjà vu pire. Le dividende voté par une importante distillerie n'a pas suffi à calmer l'appétit de l'ogre. Perrault nous a narré la légende du terrible colosse qui mangeait les petits enfants. Aurait-il visé par avance le fisc français, qui dévore impitoyablement les petits contribuables?

Plusieurs journaux commentent sévèrement semblable spoliation. La *Journée industrielle* déplore qu'une fiscalité massive étouffe cette reprise économique désirée par tout le monde. On crée ainsi, en France, gêne et mécontentement. Désormais, les choses se passeront vraisemblablement moins bien qu'auparavant.

A bon droit, le *Petit Journal* juge absurde le système fiscal qui pèse sur notre pays — absurde et dangereux — dangereux pour l'Etat lui-même, comme pour les corvéables, trop opprimés ; car il finira par tarir les sources de l'épargne, réservoir des activités économiques.

Notre confrère parisien ajoute : « Quand le créateur d'usines, le prospecteur de minerais, ne trouvant plus de commanditaires ou d'actionnaires cesseront de produire, de quoi vivra l'Etat? » L'Etat aura brouté son blé en herbe ; alors, il tirera la langue et périra d'inanition. Telle sera l'issue fatale.

Mais ce n'est pas tout ! Voici un artifice nouveau, dont s'alarme industrie et commerce : le fisc ne sait quoi inventer pour les tracasser. Des contrôleurs prétendent taxer une somme absorbée par le renouvellement du matériel, depuis l'armistice, ce n'est pas pour que l'industrie diminue ses prix de revient ! ! !

Durant ces huit dernières années, notre monnaie se dépréciant, il a fallu augmenter les fonds de roulement. Le fisc y voit une richesse amassée et il avance ses ongles pointus.

Or, dans des observations sur le budget de 1928, M. Poincaré proclame que les impôts exercent une influence directe en matière d'activité économique. Le fisc, par contre, se préoccupe exclusivement des moyens de réaliser les plus fortes sommes. Notre grand argentier devrait bien refréner un zèle aussi intempestif.

Plus le temps passe, plus les dépenses faites par l'Etat semblent disposées à se gonfler. On aurait tort si l'on imaginait que cette inflation va pouvoir progresser sans dommage pour ledit Etat. De tous côtés, s'élèvent des plaintes légitimes.

Exemple : un congrès national du notariat français s'assemblait dans Annecy. Six cents délégués, au moins, ont envisagé la participation de ces officiers ministériels à la vie politique, pour garantir l'intérêt des citoyens qui produisent. Ils réclament que soit supprimée la taxe sur une première mutation : que nos lois fiscales soient mises en harmonie avec les lois civiles, ne les modifient et ne les abrogent pas.

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

Nous avons donné dans le n° d'octobre dernier le principe du Strobodyne. Nous remettons le schéma de principe sous les yeux du lecteur (fig. 1). Le circuit C_1S_1 accordé sur l'onde à recevoir est monté en série avec le circuit C_2S_2 accordé sur une fréquence différente et agissant tous deux sur la grille de la lampe strobodyne A. Les oscillations par circuit C_2S_2 excité par la bobine de réaction R rendent la grille alternativement positive et négative, formant ainsi interrupteur dont la fréquence des interruptions est celle du circuit C_2S_2. Lorsque la grille est négative, les oscillations principales de C_1S_1 accordé sur l'onde à recevoir passent en étant amplifiées, car la lampe A est disposée en amplificateur par rapport à ce circuit. Lorsque la grille est positive, il y a court-circuit ; le résultat est une oscillation de fréquence égale à la différence des fréquences des circuits C_3S_3 et C_1S_1.

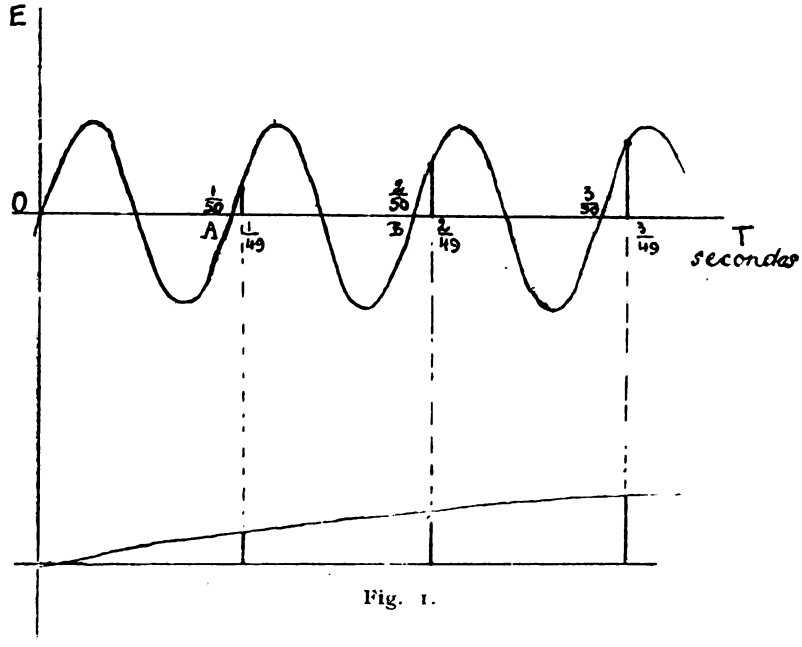


Fig. 1.

Digitized by Google

Mais ces circuits sont fortement couplés entre eux puisqu'ils ont un point commun. Lorsque l'on modifie le réglage du circuit d'accord, pour recevoir une émission donnée, le réglage du circuit strobodyne est modifié et il faut le régler à nouveau, mais ce réglage agit aussi sur le circuit d'accord. Il a donc fallu chercher une disposition permettant l'indépendance des réglages. Après bien des essais, l'auteur est arrivé à un montage en pont de Wheatstone du circuit strobodyne (fig. 2). Le centre de la bobine S_3 et le centre du condensateur C_3 sont reliés au circuit oscillant C_1S_1 au lieu que cette liaison se fasse par une extrémité du circuit. Mais comme le centre d'un condensateur est une chose impossible à matérialiser, lorsque celui-ci est variable, on a tourné la difficulté en prenant cette connexion sur un compensateur, ou condensateur à deux armatures fixes et une armature mobile de telle sorte que, quel que soit le réglage de C_3, les capacités réparties dans chaque branche du circuit soient rendues égales en agissant sur le compensateur. On a ainsi des connexions équilibrées entre le circuit strobodyne et le circuit d'accord qui empêchent la réaction d'un circuit sur l'autre.

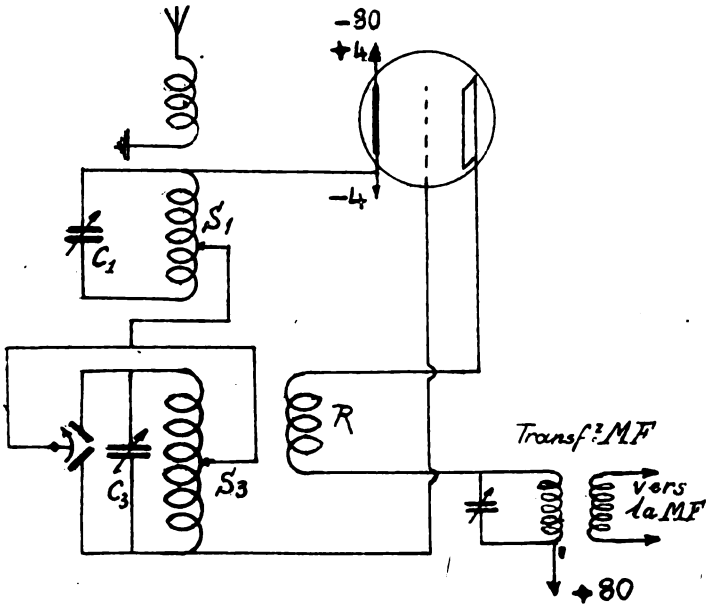


Fig. 2.

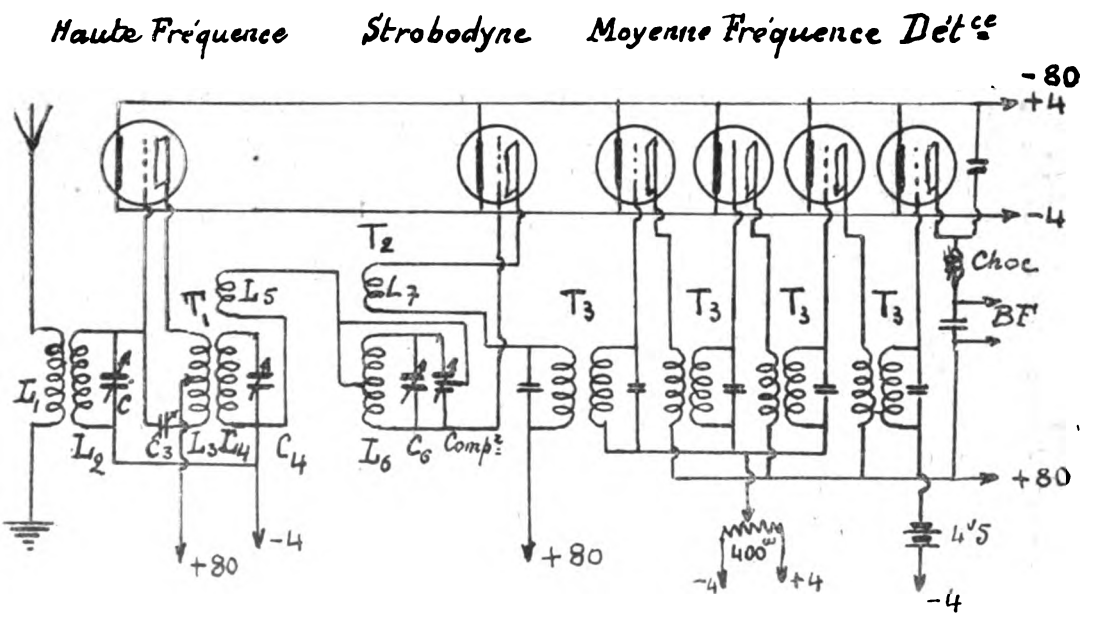


Fig. 3.

Cependant, si le circuit tel qu'il est décrit est remarquable par sa sensibilité, en raison du pouvoir amplificateur de la lampe strobodyne, lorsque les oscillations passent, la sélectivité est presque nulle, parce que le cir

Digitized by Google

cuit d'accord est court-circuité la moitié du temps, lorsque la grille strobodyne est positive. On remédie à cet inconvénient en reliant le circuit strobodyne C_3S_3 non pas à l'extrémité du circuit d'accord, mais en un point intermédiaire de la self de ce circuit, ainsi l'effet d'amortissement variera suivant l'autocouplage des circuits et on trouvera une position donnant le maximum d'effet.

Pour l'exécution définitive du montage, on augmentera la portée en y adjoignant un étage haute fréquence (avant le strobodyne).

***

Le schéma définitif du montage est donné par la figure 3 pour un strobodyne à 8 lampes.

On voit sur ce schéma : d'abord un dispositif d'accord Tesla L_4L_2C que l'on peut remplacer par un cadre, en supprimant L_4 et remplaçant L_2 par le cadre. Les bobines de ce Tesla sont les mêmes que dans tous les dispositifs d'accord. La lampe haute fréquence comporte un circuit résonant L_3C_3, couplé avec un circuit accordé L_4C_4 qui joue le rôle du circuit d'accord des schémas simple-donnés précédemment ; la self L_5 couplée avec ce circuit sert de liaison avec le circuit strobodyne. L'ensemble $L_3L_4L_5$ forme un transformateur spécial à haute fréquence T_3, dont nous n'avons pu obtenir les caractéristiques mais qui se trouve tout monté chez les fabricants spécialistes du strobodyne (fig. 4). Il en faut deux pour couvrir la gamme complète des ondes. Les condensateurs de ces circuits ont $0^{mm},5$ à 1 millième de microfarad de capacité.

Nous arrivons au circuit strobodyne tel qu'il a été décrit précédemment. La self strobodyne L_6 et celle de réaction L_4 forment un transformateur appelé aussi oscillateur (fig. 5). Il en faut deux pour couvrir toutes les longueurs d'onde et il faut se les procurer tout prêt chez les constructeurs, ainsi que le compensateur. Le condensateur est de 0,5 millièmes.

Un circuit d'accord sur moyenne fréquence est inséré dans le circuit plaque du strobodyne et agit sur le circuit d'accord de la première grille de l'amplificateur moyenne fréquence, formant transformateur moyenne fréquence. L'amplificateur moyenne fréquence est exactement le même que dans le cas du superhétérodyne ou du changeur de fréquence, il n'y a donc pas lieu de le décrire spécialement. Tous les transformateurs T_2 moyenne fréquence sont identiques, ainsi que les condensateurs d'accord. La détectrice D est polarisée négativement à — 4 v. 5.

Une self de choc est placée dans le dernier circuit qui est connecté à un amplificateur basse fréquence à deux étages.

Pour qui a la pratique du superhétérodyne, le strobodyne ne présente aucune difficulté à construire. Tous les éléments sauf le transformateur haute fréquence et l'oscillateur strobodyne, sont communs aux trois montages. Il suffit donc d'acheter spécialement ces deux dernières pièces (en double exemplaire pour petites et pour grandes ondes), ainsi que le compensateur pour avoir son strobodyne.

Pour le choix des lampes, se reporter à la chronique précédente. La lampe strobodyne est tout simplement la lampe détectrice et amplificatrice courante.

Comme nous le conseillons toujours à nos lecteurs, il est préférable pour acheter les pièces détachées spéciales

Fig. 4.

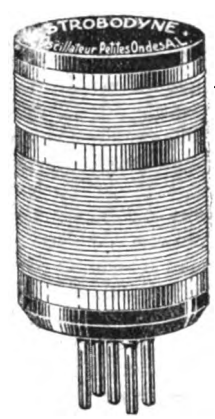


Fig. 5.

de s'adresser aux constructeurs spécialistes qui vous fournissent des pièces étalonnées avec lesquelles on obtient des résultats sans tâtonnements. Nous recommandons aussi de choisir la meilleure qualité dans les pièces courantes. Les condensateurs variables seront à variation linéaire de fréquence et à faibles pertes. Quant aux condensateurs fixes, prendre de préférence des condensateurs à air.

Nous n'avons pas fait figurer sur le schéma, pour la clarté, ni les rhéostats de chauffage, ni les diverses batteries. Il faut un rhéostat par ensemble, soit : un pour la haute fréquence, un pour le strobodyne, un pour la détectrice, et un pour les deux basses fréquences. Pour la simplicité des manœuvres, on peut remplacer les rhéostats moyenne fréquence et basse fréquence par des résistances auto-régulatrices, dont quelques bons modèles viennent de faire leur apparition sur le marché, dans ce cas on en met une par lampe.

Réglage. — Mettre le compensateur et le potentiomètre au milieu de leur course. Allumer les lampes. Agir simultanément sur les condensateurs C_4 et C_6 jusqu'à ce qu'un sifflement ou un bruit de fond indique qu'on est en présence d'une onde. Régler alors le condensateur d'accord, puis modifier les réglages de C_4 et C_6 jusqu'à l'audition maximum. Alors, parfaire le réglage en agissant délicatement sur le compensateur, et le potentiomètre, et enfin donner le chauffage nécessaire pour le volume de son désiré. Bien repérer les réglages des diverses longueurs d'ondes entendues, cela facilite le réglage par la suite.

A. LECLERC.
Ingénieur E. P. C. I.

Digitized by Google

NOUVELLES DU MONDE SCIENTIFIQUE

Glozeliana. — Nous n'avons pas l'intention de nous faire l'écho des polémiques, devenues purement extra-scientifiques, comme il était depuis plusieurs mois aisé de le prévoir, où a versé l'affaire des objets préhistoriques trouvés dans le champ des Fradin, à Glozel. Lettres anonymes, constitution d'avoués, plaintes pour faux, protestations et attaques personnelles dans les journaux quotidiens, meetings publics, boules puantes jetées à des cours au Collège de France : voilà où en est, à l'heure actuelle, l'« étude scientifique » d'une question de stratigraphie et d'épigraphie. L'affaire de Glozel est le type de la question mal posée et qui ne peut plus donner matière à aucun travail sérieux : désormais tout ce qu'on pourra publier dessus peut être tenu pour nul et non avenu. Ce n'est pas qu'il soit démontré que les objets de Glozel sont des faux sans intérêt ; ce qui n'a pas de valeur, c'est la manière dont l'étude en a été abordée. Il s'agissait de savoir si des poteries ou des os taillés avaient quinze jours ou quinze mille ans, et si la terre où ils gisaient avait été ou non remuée depuis les débuts du quaternaire : pour résoudre cette question purement matérielle, on va chercher des grammairiens ferrés sur le phénicien ou le celtique ! Le débat n'intéresse désormais plus la science. Il est d'ailleurs bien probable que tout cela finira par la formation d'un syndicat local d'initiative et de tourisme, d'un service d'auto-cars, l'édification d'un palace et d'« hostelleries », avec garages, casino, taxe de séjour, subventions et décorations, avec aussi, et sans doute, découverte d'une source thermale ou minérale guérissant les maladies de bon rendement.

Un prix pour des ouvrages français sur la marine. — Dans sa réunion du 9 décembre dernier, l'Académie de marine a voté la fondation d'un prix de 5 000 francs, pouvant être éventuellement divisé selon la valeur et le nombre des concurrents, qui serait accordé annuellement à un ou plusieurs ouvrages parus au cours de l'année précédente, traitant d'une question maritime, sans distinction de genre ou d'espèce.

Pour la première fois, ce prix sera réservé *aux livres publiés en* 1927 et dont *trois* exemplaires auront été déposés au Secrétariat de l'Académie de marine, 30, boulevard des Capucines, avant le 10 janvier 1928.

Election à l'Académie de Médecine. — Le Dr Piffeneau, professeur de pharmacologie à la Faculté de médecine de Paris, a été élu membre titulaire de l'Académie de médecine, au premier tour de scrutin, par 64 voix, contre 1 à M. Strohl, 1 bulletin blanc et 2 bulletins nuls.

Le roi Albert et l'aide aux sciences en Belgique. — Pour répondre à l'appel du roi Albert en faveur des universités et des savants, une grande manifestation a été organisée récemment au Palais des Académies, à Bruxelles. Toute l'élite intellectuelle assistait à la séance, de même que les grands financiers et hommes d'affaires belges.

Des discours en faveur de l'aide à donner à la science ont été prononcés par le recteur Pirenne, de Gand, le prorecteur de Bruxelles, M. Brachet, et M. van Zeeland, pour l'Université de Louvain.

Le roi Albert, qui assistait à la séance, a pris la parole en faveur de la science pure et des savants et pour annoncer la constitution d'un fonds national pour les laboratoires.

Souscription pour l'édification d'un monument à la mémoire de Charles Renard. — Les admirateurs, les élèves et les amis du colonel Charles Renard ont ouvert une souscription dans le but d'élever dans sa ville natale, à Lamarche, un monument au créateur de la navigation aérienne.

La municipalité offre le terrain et s'est engagée à supporter les frais de fondation. La maquette du monument est du sculpteur Paul Theunissen.

Le Comité fait appel à tous ceux qui savent ce que la patrie et la science doivent à Charles Renard.

Charles Renard a le premier réalisé, dès 1884, la direction des ballons. Le premier, il appliqua avec méthode l'art de l'ingénieur aux constructions aéronautiques ; pendant un tiers de siècle il consacra sa vie à étudier la navigation aérienne et à la perfectionner sous toutes ses formes. Il avait deviné l'importance de l'aviation, et dès 1879 il exprimait l'idée que les dirigeables, encore inexistants, n'auraient qu'un rôle provisoire, l'avenir appartenant au plus lourd que l'air. Ses recherches portèrent aussi sur la création du moteur léger : moteurs électriques à piles chloro-chromiques du ballon *La France*, chaudières légères à vaporisation instantanée, moteur en étoile à bielle maîtresse.

Les souscriptions sont reçues par M. Georges Besançon trésorier, 35, rue François-Ier, Paris.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

Bibliographie industrielle et technologique. — La lecture des bibliographies est toujours intéressante et instructive ; aussi nous signalons celle que vient de faire paraître la Maison J.-B. BAILLIÈRE ET FILS (fondée en 1818) sur les *Livres Industriels et Technologiques* qu'elle publie.

On y trouvera le détail des divers volumes composant la Collection des *Grandes Encyclopédies Industrielles* Baillière, ainsi que celui d'autres collections, telle que la *Bibliothèque Professionnelle*, s'adressant aux contremaîtres, ouvriers et amateurs, et déjà très étendue et d'un prix modique.

L'annonce de chaque ouvrage est suivie de la table détaillée des matières ; le savant, l'ingénieur, l'industriel pourront donc, à cette lecture, se rendre compte avant son achat, de l'intérêt que présente pour eux l'ouvrage.

Cette bibliographie sera adressée contre 1 franc à toute personne qui en fera la demande à la Librairie J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille, Paris (VI^e^).

Instructions sur l'exécution des installations électriques établies par le groupement des Associations françaises des Propriétaires d'appareils à vapeur et l'Association des Industriels du Nord. — Edition 1924, revue en 1927, accompagnée de *commentaires* rédigés par MM. J. FOUBET, ingénieur principal, et V. KAMMERER, ingénieur en chef de l'Association Alsacienne. — 1 vol. in-8° de 234 pages et 25 figures. Prix : 15 fr. aux sièges des diverses Associations.

On sait que les *Associations françaises de Propriétaires d'appareils à vapeur* ne se bornent pas à la surveillance des appareils à vapeur, mais que depuis longtemps (trente ans pour certaines) elles ont organisé sur les mêmes bases, et avec le même souci d'impartialité et de technicité, des services de contrôle des installations électriques. Un tel contrôle comporte forcément des règles, instructions et conseils, que les Associations se sont dès 1900 appliquées à codifier sous la forme d'instructions sur le montage des installations électriques. Après un premier remaniement en 1907, à la suite de la promulgation du décret du 11 juillet de la même année, les Associations viennent de faire paraître une cinquième édition complètement refondue et mise à jour en tenant compte des progrès les plus récents de la technique et de la grande expérience acquise par elles en matière de sécurité et de bon entretien des installations électriques.

Cette édition a été complétée par des commentaires très détaillés, qui exposent les raisons de toutes les règles et recommandations données dans le texte et les divers modes d'application, et confèrent de ce chef à l'ouvrage une valeur toute particulière. Celui-ci rappelle d'abord la réglementation officielle et les limites de tension, développe ensuite largement les dispositions générales à prendre pour obtenir la sécurité des personnes et écarter les risques d'incendie, puis traite dans le même esprit successivement les machines, transformateurs et accumulateurs, les appareils, tableaux et postes de distribution, les appareils d'utilisation, d'éclairage, de chauffage ou autres, les conducteurs, lignes et leur montage, pour terminer par les dispositions particulières à prendre dans les locaux spéciaux. En annexe sont reproduits le décret du 1^er^ octobre 1923 et divers autres documents administratifs.

En résumé, cet ouvrage constitue un excellent guide et un code complet pour l'exécution des installations électriques de toute sorte, mais surtout des installations industrielles, et il sera des plus utiles non seulement aux installateurs mais à tous les directeurs d'usine, ingénieurs et chefs d'entretien.

E. LAGROU, ingénieur-électricien, **Les moteurs à courants alternatifs.** 1 volume in-16 de 424 pages avec figures (*Nouvelle Encyclopédie électro-mécanique*, sous la direction de M. E. PACORET). Albert Blanchard, éditeur. Prix : 25 fr.

L'étude des courants alternatifs a laissé à la majorité de ceux qui ont essayé de l'approfondir une impression relativement pénible. Il est rare, en effet, que l'ouvrage, ou quelquefois même le cours que l'on a eu à sa disposition, n'ait pas été tant soit peu ardu, confus même et parfois rebutant par manque de précision et de clarté.

M. Lagrou a su, dans son ouvrage, atteindre un niveau scientifique suffisant tout en restant clair et assez facile à suivre. Il a su également ne pas abuser des mathématiques supérieures sans cependant escamoter les calculs indispensables qu'il a posés et résolus avec suffisamment de précision. La plus grosse difficulté était certes de faire un livre à la fois technique et théorique, car les deux choses se concilient souvent assez peu, et l'on est presque toujours tenté d'être l'un sans l'autre ou surtout l'un beaucoup plus que l'autre.

L'auteur reste ici assez théorique pour que la partie technique de son ouvrage atteigne un niveau suffisamment élevé, tout en restant assez facile à lire.

La plus grande partie de l'ouvrage est réservée aux moteurs d'induction, et c'est toute justice, puisque ce sont ceux que l'on rencontre le plus fréquemment dans la pratique. Celui qui a étudié le livre de M. Lagrou peut, s'il avait naturellement les connaissances mathématiques nécessaires, posséder suffisamment la question pour se sortir à son honneur de tout problème concernant le moteur à courants alternatifs.

De nombreuses figures, et surtout des schémas clairs et précis, illustrent et complètent utilement le texte.

R. PROVOST-DUHAMEL, ingénieur I. N. E. **Aide-mémoire du Dessinateur,** à fascicules indépendants. Prix (en mandat) : 2 fr. le groupe de 3 fascicules au choix ou 1 fr. 25 la pièce ; couverture à œillets et agrafe : 2 fr. 50. Notice-fascicule spécimen 3387 A franco contre mandat 1 fr. 50. Chez l'auteur, 8, rue Renon, à Vincennes.

Combinaison nouvelle et originale de fascicules de 6 pages 8 × 10 autographiés sur très beau papier fort à œillets métalliques, dont plus de 50 sont parus ou en préparation. Chacun est relatif à une question spéciale ou courante de technologie ou de mathématiques : formules, dessin, organisation, géométrie, résistance des

Digitized by Google

matériaux, etc. Chacun peut ainsi se composer un Formulaire adapté à ses besoins particuliers, quelle que soit sa spécialité ou son instruction ; la réalisation matérielle très soignée, robuste et ingénieuse, de ce mémento-carnet de notes pour la poche, en fait un vade-mecum dont la composition offre une souplesse répondant à tous les cas particuliers, et qui condense clairement et commodément, suivant la devise de l'auteur : « Tout l'utile, rien que l'utile ».

A. ETÉVÉ, ingénieur en chef de l'Aéronautique, **Le réglage de la distribution des moteurs à explosion**. 1 br. in-16 de 64 pages avec 17 figures. F. Lanore, édit. Prix : 6 fr.

Cet ouvrage, qui contient le texte des *Conférences* faites actuellement sur le réglage de la distribution des moteurs à explosion, à l'ÉCOLE D'APPLICATION DE L'AÉRONAUTIQUE de Versailles, est un résumé de celui publié sur le même sujet (chez F. Lanore ; prix : 15 fr.), complété par des applications à des moteurs nouvellement mis en service dans l'Aéronautique, tels que les Renault, Hispano-Suiza, Salmson, Lorraine-Dietrich des derniers types.

Il contient une étude comparative des diverses méthodes pour le réglage de la distribution, permet d'apprécier les avantages et les inconvénients de chacune d'elles, montre qu'à tous les points de vue, il est préférable d'appliquer les propriétés de droites qui caractérisent le réglage des soupapes, et que l'auteur a nommées *caractéristiques* des soupapes.

L'étude de ces caractéristiques a permis de substituer à l'empirisme traditionnel une méthode de réglage simple et précise. Il en résulte qu'un mécanicien novice peut régler la distribution d'un moteur avec autant de précision qu'un vieux metteur au point, sans se servir des repères tracés sur les différents organes.

R.-M. GATTEFOSSÉ, chimiste, **Nouveaux Parfums synthétiques**, 2e édition revue et augmentée, 1 vol. in-8 br. de 243 pages. Desforges, Girardot et Cie, édit. Prix : 35 fr. Franco par la poste, France : 36 fr. 50 Etranger : 39 fr.

La querelle qui s'était élevée il y a quelques années entre les tenants des parfums de synthèse et les champions des essences naturelles s'est terminée par une alliance cordiale. On a constaté en effet que les parfums naturels, de plus en plus coûteux, ne trouvaient leur écoulement normal que grâce à l'appoint des produits de synthèse, moins fins, il est vrai, mais aussi d'un prix beaucoup moins élevé.

La vanille n'a jamais été si chère et la production n'en a jamais été si forte depuis que la vanilline de synthèse a popularisé le goût de la vanille ; les plantations coloniales de verveine lemongrass n'ont jamais tant prospéré que depuis que cette essence est la matière première de l'ionone ou violette synthétique.

Enfin, les parfums à la mode doivent bien souvent leur note inimitable à une trace d'un parfum de synthèse nouveau qui lui donne à la fois son arome original et sa ténacité.

Le parfumeur doit donc, plus que jamais, connaître les parfums de synthèse et surtout les nouveaux parfums synthétiques, ceux qui permettent d'obtenir des notes synthétiques sans lesquelles la mode ne serait qu'un vain mot.

L'ouvrage de M. Gattefossé indique les procédés de fabrication de ces corps nouveaux et leurs emplois. Il est donc nécessaire au chimiste parfumeur comme au chimiste synthétiste.

J. ROUCH, capitaine de frégate, **Les Régions polaires**. 1 vol. in-16 de 220 pages. Alcan, édit. Prix : 15 fr.

L'ouvrage du commandant Rouch est à la fois très facile à lire pour les moins initiés à la géographie et à la météorologie, et très instructif : bien rares sont en effet ceux qui ont des lectures documentées sur les deux régions désolées et en grande partie inhabitables, où l'équateur se confond avec l'horizon. M. Rouch a dépouillé pour eux les nombreux mémoires, comptes rendus et journaux de bord des explorateurs — parmi lesquels il a droit à être compté — et il en donne l'essentiel dans ce volume, dont il faut regretter que le petit format n'ait pas permis d'y adjoindre des cartes. Géodésie, géographie, climats, glaces et glaciers, courants et marées, optique atmosphérique, magnétisme, biologie et ethnographie enfin, sont passés en revue en une quinzaine de chapitres d'un grand intérêt.

A. JACQUET, ex-professeur de l'Enseignement technique, **Le petit outillage moderne du mécanicien**. 1 vol. in-8 de 128 pages avec 238 figures. Dunod édit.

Cet ouvrage peu volumineux énumère et décrit brièvement les divers types d'outils de traçage, de dégrossissage, de finissage, perçage, alésage, filetage, forgeage, mesure, vérification et affûtage. Il ne donne que les détails essentiels que le mécanicien-praticien a besoin de connaître ; de très nombreuses figures représentent tous les outils décrits, et le livre donne une idée de leur emploi, des précautions à prendre dans leur usage, de leurs qualités propres, etc.

G. DUVAL et H. ALBERTELLA, professeurs des cours d'apprentis, **Manuel du Fourreur**. 1 vol. in-18 de 187 pages et 164 figures (de la *Bibliothèque professionnelle*). J.-B. Baillière, édit. Prix, cart. : 18 fr.

Manuel très condensé, comme il convient à une profession où l'expérience et l'apprentissage pratique jouent de beaucoup le premier rôle, et où le livre ne peut être qu'un vade-macum. C'est ainsi que les auteurs, après une revue rétrospective d'une dizaine de pages, ont pu faire tenir sous un faible volume les notions que leur expérience professionnelle et didactique leur a permis de considérer comme essentielles. Ils ne traitent ni de la préparation de la dépouille de l'animal, qui est du domaine d'autres praticiens, ni de la pratique de la couture, du lustrage et autres tours de mains qui ne peuvent s'apprendre qu'à l'atelier. Ils ont limité leur but à l'exposé des traçages à faire et à découper sur les peaux pour leur donner les formes voulues ; et de très nombreuses figures représentent tous les cas.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

ASTRONOMIE

Vers d'autres astres. — La *Société astronomique de France* vient d'être dotée par MM. Robert Esnault-Pelterie et André Hirsch, d'un prix de 5 000 francs qui pourra être distribué chaque année jusqu'en 1930, sous la dénomination « Prix Rep-Hirsch », pour récompenser le meilleur mémoire théorique ou essai pratique sur le transport d'un objet matériel — avec ou sans voyageurs — jusqu'à un autre astre, ou, tout au moins, pour débuter, à de très grandes distances dans le champ d'attraction terrestre. M. Esnault-Pelterie, qui a sur tant de gens imaginatifs et convaincus, mais insuffisamment instruits, l'avantage d'être un ingénieur très savant et très averti, a présenté à la dernière Assemblée générale de la Société astronomique de France (8 juin 1927), le résultat, en somme nullement décourageant, de ses dernières recherches sur ce qu'on nomme déjà « l'Astronautique ». Nous n'en dirons pas plus ici, la *Science Moderne* devant prochainement publier un article résumant l'état actuel de la question des voyages interastraux.

Il est intéressant de signaler, à ce propos, qu'il vient de se fonder à Moscou une « Société des voyageurs de l'Univers », qui se consacre à étudier la question des croisières intersidérales. Nous ignorons si c'est pour y envoyer Trotsky et autres indésirables, ou si au contraire les bourgeois seront exclus de ces parties de campagne de grande envergure. Mais elle a déjà organisé une exposition de modèles de projectiles divers pour voyageurs, et aussi de vues et tableaux représentant les paysages de la Lune soumise au signe géminé de la Faucille et du Marteau.

MINES

L'or s'épuise en Australie. — La production de l'or en Australie continue à décroître régulièrement, et l'année qui vient ne verra certainement pas se produire de vraie amélioration dans la situation. Plusieurs compagnies minières de l'Australie occidentale, dont l'exploitation est lourdement déficitaire, viennent de faire appel à l'intervention financière du Commonweath ; elles n'ont d'ailleurs aucune chance de l'obtenir. Il faut s'attendre à ce que certains gisements soient encore abandonnés dans le courant de l'année.

La production, de 670 827 onces en 1924, est tombée à 555 448 en 1925 et à 519 429 en 1926.

Une assemblée générale des actionnaires de la Compagnie des mines d'or de Mont-Morgan vient de décider la fermeture des mines et la dissolution de la Société.

Fondée en 1886, au capital de £ 1 000 000, cette Société avait pour objet l'exploitation des gisements d'or et de cuivre du Mont-Morgan, situés dans le Queensland, à 20 milles de Rockhampton. Depuis octobre 1886 jusqu'à fin 1926, la production s'était élevée à 5 058 081 onces d'or et 119 280 de cuivre. Mais, depuis 1921, la Société se heurtait à d'insurmontables difficultés par suite de la réduction des heures de travail et du taux de plus en plus élevé des salaires. Au cours de ces six dernières années, les pertes avaient atteint la somme de £ 557 617.

FORCES NATURELLES

Les forces hydrauliques en Espagne. — Si le déboisement déjà ancien de trop vastes régions en Espagne, et l'orographie du type « atlasien » de la région sud comme l'arête roide pyrénéenne du Nord, ont donné à beaucoup de fleuves espagnols un régime torrentiel, l'Ebre, dont le bassin atteint 86 000 kilomètres carrés, a un régime plus uniforme, oscillant entre 693 mètres cubes par seconde comme débit maximum et 218 comme minimum; alors que le rapport atteint 1 à 10 ou même 1 à 20 (Guadiana) pour les autres grands fleuves.

Si les caractéristiques des fleuves de la péninsule sont peu favorables à la navigation, par contre elles favorisent la production d'énergie hydraulique. Si les débits sont faibles, les dénivellations sont très grandes et permettent la captation de quantités d'énergie considérables. L'irrégularité du régime des cours d'eau exige cependant la construction d'ouvrages importants et coûteux, si on recherche l'emmagasinement maximum d'énergie, et celle-ci serait finalement d'un coût élevé si l'eau captée ne pouvait être utilisée à d'autres usages, parmi lesquels l'irrigation occupe la première place.

Depuis la fin du siècle dernier, on a concédé de nombreuses chutes dont la puissance totale maxima atteignait à la fin de 1925, 4 millions 950 000 chevaux-vapeur. Il est à remarquer cependant que les chiffres des puissances sont obtenus en multipliant les hauteurs de chute par les débits maxima. En réalité, la puissance effective ne dépasse en général pas les 50 p. 100 de la puissance maxima.

Parmi ces concessions, un tiers seulement est en exploitation, et une faible moitié en construction. La majeure partie des chutes d'eau sont concédées ; parmi les fleuves où des grandes possibilités d'installation de chutes existent encore, nous notons l'Ebre, le Duero et le Tage. On évalue l'énergie totale qui pourra être fournie par ces chutes d'eau en Espagne à 6 500 000 chevaux-vapeur.

Mais pour que toutes ces énergies puissent être utilisées à leur maximum de rendement, il sera nécessaire de construire des barrages-réservoirs nombreux et importants pour régulariser les débits des cours d'eau. Plusieurs barrages ont été construits au cours des dernières années. (D'après la *Revista de Obras Publicas*).

MOTEURS ET AUTOMOBILES

Le poids des carburants. — Sous les initiales G. D., *Le Génie Civil* a récemment publié une étude sur le poids que représente l'approvisionnement en carburant d'un véhicule mû par moteur à explosions. Pour un moteur à essence consommant 0l,37 par cheval et heure, et en comptant 100 grammes de tôlerie pour le réservoir par litre de capacité, on a 345 grammes de poids mort (carburant et réservoir) par cheval. Pour un camion à gazogène (16 CV., 900 grammes de charbon de bois par cheval-heure, gazogène de 320 kilogrammes), cela fait 20 kilogrammes par cheval. Enfin si l'on alimente le moteur avec un gaz tout préparé et emmagasiné soit en réservoir volumineux, mais léger, soit très comprimé en tubes

Digitized by Google

d'acier, on a un poids mort très faible en ce qui concerne le gaz, mais de plusieurs kilogrammes pour la bouteille où il est enfermé : 2 à 3 kilogrammes suivant le gaz si le tube a des parois homogènes forgées, 1 300 grammes seulement en employant des tubes électrofrettés, où deux systèmes (longitudinal et transversal) de cordes à piano enroulées frettent une chemise intérieure de fer doux électrolytique, la paroi étant ondulée pour mieux résister à la pression, qui est de 180 kilogrammes par centimètre carré.

Faisons observer à ce propos que le carburant idéal au point de vue de la quantité d'énergie qu'il dégage par gramme ne serait pas un carburant, car il ne contient point de carbone, mais bien l'hydrogène pur, dont la puissance explosive est bien supérieure à toute autre. Malheureusement son action est tellement instantanée et la température de la combustion oxhydrique tellement élevée, que dans l'état actuel de la construction il n'y faut pas songer. Le dernier mot est d'ailleurs bien loin d'être dit à ce double point de vue, et l'on peut assurer que de grandes surprises nous attendent quand on se donnera la peine d'associer le physicien à l'ingénieur.

Mais, de plus, la grande légèreté de l'hydrogène donne une puissance simplement moyenne au litre de gaz ; si l'on compte au volume, l'idéal est obtenu avec le méthane, qui donne 10 p. 100 de puissance de plus que l'essence au litre de mélange tonnant, trois fois plus que l'hydrogène à volume égal, deux fois plus que le gaz d'éclairage. Un tube fretté de 50 litres de capacité interne pourrait contenir 9 000 litres de méthane comprimé à 180 kilogrammes par centimètre carré, et pèserait environ 33 kilogrammes. Le gaz contenu se combinerait à 86 mètres cubes d'air environ, donnant donc 95 000 litres de mélange détonant. La cylindrée d'un moteur variant ordinairement entre 1 et 2 litres et les admissions, explosions et combustions étant de plusieurs dizaines de milliers par heure, on voit qu'il faudrait, *grosso modo*, un tube de méthane par heure de marche. Il faut enfin tenir compte et du prix de ce gaz (très bon marché aux usines de production, mais son transport serait coûteux), et des frais de compression, d'amortissement d'achat du tube, etc. La question, on le voit, est bien loin d'être encore mûre.

La France et le pétrole. — M. Pineau, directeur de l'Office National des Combustibles liquides, vient de faire devant le Conseil de cet organisme un exposé sur la politique française des carburants. Deux chiffres témoignent de l'importance de nos besoins en pétrole : celui des importations de pétrole, essence et huiles, a passé de 1 562 000 tonnes en 1924 à 2 028 000 en 1926 ; celui des automobiles a passé de 100 000 en 1914 à 572 000 en 1924 et 809 000 en 1926.

Pour faire face à ces besoins, la France dispose d'une production très faible (62 000 tonnes de pétrole à Pechelbronn, 6 000 à Gabian, 60 000 tonnes de benzol et 22 000 d'alcool carburant). Notre approvisionnement à l'extérieur est donc un problème vital. La principale action à cet égard a été menée par la Compagnie Française des Pétroles, qui a pris possession des droits et intérêts de la France dans les pétroles de Mésopotamie (25 p. 100 du total). La production roumaine où participent les capitaux français n'atteint pas moins, en 1926, de 850 000 tonnes. De même la production polonaise contrôlée par des capitaux français s'élève à près de 400 000 tonnes.

L'effort de prospection intérieure n'est cependant pas négligé malgré les importants résultats acquis à l'extérieur. Le nombre des permis de recherche qui était de 15 en février 1925, est passé à 65 en mai 1927 (Pyrénées, Alsace et département d'Oran). L'Office a, d'autre part, effectué lui-même des recherches. 11 millions de crédit ont été affectés à ces travaux en 1926, et 6 300 000 francs sont prévus pour 1927. Les principaux résultats ont été obtenus à Gabian (Hérault), où 23 puits avaient été forés le 1er juillet 1927, cinq étaient productifs et le tonnage extrait du gisement dépassait 9 000 tonnes à la même date. Sans doute, la zone pétrolifère ne constitue-t-elle jusqu'à présent qu'une surface d'assez faible étendue, mais il est loisible de penser que le lambeau productif, peu éloigné de la surface, qui est actuellement exploité, ne représente pas une manifestation de pétrole isolée, et que d'autres couches pourront être rencontrées, soit en profondeur, soit à une certaine distance de la zone délimitée par des sondages. C'est vers ce double but : forages profonds et recherche d'un autre lambeau productif à faible profondeur que sont orientés actuellement les travaux, en même temps que se continue l'exploitation de la zone reconnue. La prospection du gisement de Gabian se poursuit donc d'une façon rationnelle ; il est encore trop tôt pour exprimer une opinion sur ses possibilités de développement.

En Limagne et à Mirabel, les sondages n'ont pas révélé de gisements susceptibles d'être exploités, mais ont montré cependant que des recherches ultérieures pourraient être plus fructueuses. Il en est de même pour les Landes. Par contre, dans les Basses-Alpes, les résultats sont défavorables. En Algérie, l'enquête aboutit à des conclusions plutôt pessimistes. A Madagascar, au contraire, des indices intéressants ont été relevés et un crédit important accordé.

L'Office National a, d'autre part, envisagé de participer, aux côtés de l'Office chérifien des phosphates, et de groupements privés, à la poursuite des travaux commencés dans la région du Rharb et dans celle du Tselfat. Enfin, une mission géologique étudie actuellement, pour le compte de l'Office, les possibilités d'accumulation de pétrole à la Martinique, et éventuellement, à la Guadeloupe.

M. Pineau conclut : « Il ressort de cet examen que les travaux de reconnaissance menés méthodiquement, tant en France que dans les colonies, ne sont pas assez avancés pour qu'ils permettent d'énoncer des résultats positifs. Mais la découverte du pétrole en quantité industrielle à Gabian démontrerait à elle seule que l'effort déjà fourni doit être poursuivi avec persévérance ».

AVIATION

L'organisation des transports aériens — Pour que l'aviation commerciale rende les services que l'on est en droit d'attendre d'elle, il importe qu'une liaison étroite s'établisse entre les lignes aériennes et les autres moyens de transport. Si, en France, tant de commerçants hésitent encore à employer l'avion, non pas seulement pour leur transport personnel, mais pour celui de leur courrier, c'est par suite du temps perdu en dehors du voyage aérien. Par exemple, pour le transport d'une lettre de Marseille à Londres, ce temps perdu équivaut à celui employé pour le parcours aérien. C'est affaire d'organisation.

A cet égard, les Allemands ont une grande avance

Digitized by Google

sur nous et ils améliorent tous les jours le service. C'est ainsi que des ententes viennent d'intervenir entre les chemins de fer du Reich et la *Deutsche Lufthansa* pour le transport des marchandises. Depuis le 1er octobre, il est possible de faire transborder, soit du chemin de fer sur l'avion, soit de l'avion sur le chemin de fer, les envois effectués à l'aide d'une lettre de voiture aérienne. Les tarifs sont ceux de la Deutsche Lufthansa pour les marchandises et ceux des chemins de fer du Reich pour la grande vitesse. Il n'est perçu en sus, pour les chemins de fer du Reich, qu'une taxe de manipulation de 50 pf. pour les envois jusqu'à 5 kilogrammes, de 1 rm. pour ceux jusqu'à 10 kilogrammes, et de 1 rm. 50 pour ceux de plus de 10 kilogrammes.

INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

La conservation des poteaux en bois des lignes électriques — On estime entre 4 et 5 millions le nombre de poteaux en bois posés en France par l'Administration des Postes, et ce nombre augmente sans cesse ; les lignes de transport d'énergie, de leur côté, en utilisent quelque 2 millions. La plupart sont injectés au sulfate de cuivre et durent une dizaine d'années, soit un emploi annuel d'environ 600.000 pour le service d'entretien, et autant pour les lignes nouvelles. On voit quelle consommation résulte de cette demande pour les forêts de résineux, et quel intérêt présentent les procédés d'imprégnation.

Ces procédés, qu'examine M. Hugron dans les *Annales des P. T. T.* de décembre, sont actuellement au nombre de trois : imprégnation par le sulfate de cuivre, par le bichlorure de mercure et par le créosote ; d'autres corps, expérimentés en grand nombre, ont été abandonnés.

Le sulfate de cuivre, bien que très soluble, et présentant d'autres inconvénients, a été exclusivement employé par l'Administration française, jusque dans ces derniers temps. L'injection se faisait autrefois par simple pression (procédé Boucherie) ; depuis la guerre, elle se fait en vase clos d'après un cahier des charges dont l'auteur donne les principales clauses.

Les pieds des poteaux ont souvent besoin d'une protection supplémentaire (goudronnage, manchon en ciment, enduit de brai aggloméré avec de la craie, injection supplémentaire avec un produit spécial, dit injectol, etc.). Les chemins de fer du Midi pratiquent par immersion dans la créosite chaude l'injection supplémentaire de leurs poteaux imprégnés de sulfate et séchés pendant plusieurs mois.

L'emploi de bichlorure de mercure (procédé Kyan, ou kyanisation) remonte déjà à un siècle ; il est usité surtout en Allemagne, mais aussi en France. L'immersion dans une solution de bichlorure à la dose de 1 p. 100 ne produit l'immunisation que d'une mince couche superficielle ; une firme allemande réalise la kyanisation profonde en dilatant d'abord les pores du bois par la vapeur ; on peut aussi opérer par séchage à 120°.

Le créosotage est également très répandu, notamment par le procédé Rüping, décrit autrefois dans le *Génie Civil*. M. Hugron étudie également le procédé de la Société d'Electromotoculture et le procédé Gilson ; suivant les essences (pin, sapin, épicéa), on a avantage à préférer tel ou tel de ces procédés. Le procédé Poulain s'applique plus spécialement au créosotage du pied des poteaux, comme complément du procédé Ruping, ou de tout autre procédé d'injection ; l'auteur en indique également le fonctionnement, qui a lieu dans un autoclave basculant, où les poteaux sont enfermés.

ÉCONOMIE POLITIQUE

Les citoyens des Etats-Unis ont fréquemment pour habitude de soutenir que tout ce qui se fait chez eux ou par eux est supérieur à ce qu'on peut trouver sur le reste du globe. *First in the world*, proclament-ils avec emphase. Il y a des cas où cette prétention, pour justifiée qu'elle soit, n'est pas telle qu'ils puissent s'en glorifier outre mesure.

Dernièrement, la Société d'assurance mutuelle contre le vol, créée en 1884, a dû suspendre son activité. Le motif de cet arrêt : tout simplement l'accroissement par trop considérable des indemnités à payer.

La société en question avait été fondée pour assurer contre tous risques de vol les marchandises précieuses transportées par les bijoutiers ou leurs agents. A l'époque de sa création, les compagnies d'assurances américaines ne se préoccupaient guère de ce genre de contrats, ou alors exigeaient des primes si fortes qu'elles en devenaient prohibitives. Un groupe de manufacturiers, de grossistes et de détaillants, avait alors entrepris de garantir ses membres contre les entreprises criminelles.

Pendant bien des années cette société, basée sur la mutualité, exerça une activité utile et, bien que les compagnies d'assurances lui aient fait plus tard concurrence, elle avait développé normalement son activité. Certes, de temps en temps une valise ou un portefeuille contenant de la bijouterie ou des pierres précieuses disparaissait d'une chambre d'hôtel ou de la poche d'un courtier, mais ces risques restaient dans des proportions normales et le taux des primes n'en était pas affecté.

Depuis la guerre, et surtout en ces derniers mois, la situation s'est complètement modifiée. L'audace des criminels s'est considérablement accrue sans que, semble-t-il, la vigilance de ceux auxquels sont confiés de précieux échantillons se soit parallèlement intensifiée. Le résultat s'est immédiatement traduit par une augmentation énorme des indemnités à payer. Augmentation si considérable que la Société, dont le passif dépasse environ 200 000 dollars, a dû suspendre immédiatement son activité et a demandé sa mise en liquidation.

Cette résolution a profondément surpris et peiné les nombreux assurés qui risquent fort maintenant de ne plus pouvoir garantir les risques de vol qu'à des taux trop élevés pour qu'ils puissent les supporter. C'est, d'autre part, un signe tangible de l'insécurité dans les grandes cités américaines. Car si les voleurs s'attaquent aux individus isolés, ils ne dédaignent nullement les magasins qui, à tout bout de champ, ont la visite de bandits armés opérant en plein jour, à moins que, munis d'engins perfectionnés, ils ne préfèrent le travail nocturne aboutissant à l'éventrement des coffres-forts les plus modernes.

Actuellement, il n'est pas exagéré de dire que les criminels ont le dessus et que les mesures de protection prises par le commerce de la bijouterie se révèlent insuffisantes.

(*Revue suisse de l'horlogerie.*)

Digitized by Google

CHRONIQUE DU MONDE SCIENTIFIQUE ET UNIVERSITAIRE

Etudiantes et étudiants. — Le nombre des étudiantes n'a fait qu'augmenter depuis quelques années, par rapport surtout à celui des étudiants. Encore faut-il tenir compte que, pour la Russie qui fournissait avant la guerre un très fort contingent d'étudiantes, les conditions ont bien changé et que leur afflux a beaucoup diminué.

Là où les étudiantes sont les plus nombreuses (nous ne parlons que de l'Université de Paris), c'est à la Faculté des Lettres, où elles atteignent sensiblement celui des hommes : 3 143 contre 3 186. Vient ensuite la Faculté de Pharmacie : 475 contre 847. Puis à la Faculté de Médecine, où elles forment, avec 939 inscrites, un sixième de l'effectif total. C'est à peu près aussi la proportion à la Faculté des Sciences (728 jeunes filles et 3 268 jeunes gens). Enfin, et contrairement à ce qu'on avait pu croire jadis au sujet de l'envahissement du barreau, des études de notariat, du contentieux, etc., par les femmes, c'est à la Faculté de Droit qu'on les rencontre le moins : elles n'y forment qu'un dixième de l'effectif (844 étudiantes, 8 016 étudiants).

Au total, l'Université de Paris compte cette année 6 159 étudiantes et 19 949 étudiants. Les femmes forment donc un peu moins du quart de l'effectif. Plusieurs s'y sont distinguées par de brillants succès, ce qui est d'autant plus normal qu'il n'y a guère à poursuivre les études secondaires, puis supérieures, que celles qui ont le désir de travailler; alors que tous les garçons de même milieu social sont bon gré mal gré enfournés au lycée ou au collège jusqu'au « bachot » inclus (s'ils le peuvent), puis que beaucoup continuent un peu automatiquement par le Droit ou la Médecine. Cependant on doit observer que le dernier concours d'internat a nommé, en réunissant titulaires et provisoires, 17 femmes sur 170 postes pourvus, soit une étudiante sur 10 nommés : alors que, nous l'avons dit, leur proportion dans la Faculté est près de deux fois plus forte. Il est vrai qu'il faut plutôt tenir compte du nombre des unes et des autres parmi les concurrents, beaucoup de jeunes filles ne tenant pas, pour des raisons de famille, à se présenter à l'internat.

Il est difficile de prévoir si la proportion des étudiantes se maintiendra longtemps, si elle augmentera de façon notable et prolongée ou si au contraire la longueur et le coût des études et les conditions difficiles de la vie qui s'ouvre à la sortie des Facultés ne feront pas plutôt reculer celles qui avaient d'abord cru trouver profession assurée et indépendance en s'inscrivant comme élèves de l'enseignement supérieur. Le nombre très élevé des démissions parmi les avocates — quarante a-t-on dit d'abord, puis onze après rectification, en une seule année au barreau de Paris — et la rareté des étudiantes à la Faculté de Droit, paraissent assez indiquer que, pour les carrières juridiques tout au moins, l'expérience féministe a connu des résultats peu encourageants.

Deux prix Nobel décédés. — A trois jours d'intervalle sont morts deux illustres savants étrangers, tous deux titulaires du Brix Nobel, un pour la médecine et un pour la physique, tous deux aussi récemment promus Docteurs *honoris causa* de l'Université de Paris.

Le 31 janvier, décédait à Copenhague, le Dr Johanès Fiebiger, célèbre par ses recherches sur le cancer qui lui avaient valu l'an dernier même le prix Nobel.

Le 3 février, c'était le physicien hollandais H.-A. Lorentz, qui mourait à Leyde, où il était titulaire de la chaire de physique à l'Université. Le grand public même connaissait son nom pour l'avoir vu imprimé (pas toujours à côté de celui de Fitzgerald) dans les articles ou livres qui entreprenaient de dévoiler en un tournemain au premier venu « les mystères de la relativité ». L'aboutissement de ses travaux, très remarquables, était en effet la notion de relativité *restreinte* (dont la transformation géométrique, d'un tout autre ordre, devait être faite par A. Einstein), résultant de l'hypothèse suivante : « Tous les corps matériels, et par conséquent les électrons, subissent une contraction suivant la direction du mouvement, ce qui est en contradiction par contre avec les notions d'espace et de temps admises jusqu'ici en mécanique... Il n'y a d'autre matière que les électrons et il n'y a pas d'autres forces que les forces d'origine électromagnétique ou du moins que celles qui se comportent comme ces dernières. De tout cela, il résulte une mécanique nouvelle qui, pour les vitesses ordinaires, inférieures à 10 000 kilomètres par seconde, n'est pas sensiblement différente de la mécanique ancienne, mais qui s'en écarte notablement aux grandes vitesses » (J. Perrin).

Lorentz, qui parlait fort bien le français, est venu plusieurs fois en France faire des cours libres et des conférences sur ses travaux à l'Université.

Elections à l'Académie des Sciences. — Sir Ernest Rutherford, l'illustre physicien anglais auquel doivent tant les conceptions actuelles en physique moléculaire, a été élu Associé étranger en remplacement de M. Walcott, décédé. M. Joseph Auclair a été d'autre part élu membre correspondant pour la section de mécanique en remplacement de M. Torrès y Quevedo, élu associé étranger.

La science française et l'Amérique du Sud. — On ne sait pas assez — à commencer par les Français — de quel prestige et de quelle affection jouit notre pays dans l'Amérique de langue latine. Bien que la propagande officielle n'y soit faite que très peu et souvent assez mal, on peut se rendre compte de l'attentive bienveillance de ces pays pour tout effort français, en jetant un coup d'œil, par exemple, sur ce tableau des souscriptions envoyées à la *Maison de la chimie*, fondée en France à l'occasion du centenaire de Bertelot, et dont nous avons parlé :

Vénézuéla	1 000 000	de francs.
Colombie	770 000	—
Etats-Unis	583 400	—
Pérou	200 000	—
Bolivie	127 500	—
Uruguay	100 000	—
Equateur	100 000	—
Panama	30 600	—

Digitized by Google

Canada	25 500	francs.
Guatemala	20 000	—
Paraguay.....	10 000	—

On voit que les Etats-Unis, par exemple, ne viennent qu'au troisième rang. Toutefois, et bien que ces chiffres soient fournis par *Paris Sud et Centre Amérique*, nous ne les donnons que sous bénéfice d'inventaire, car il nous paraît invraisemblable que le Brésil, le Chili et l'Argentine n'y figurent absolument pas. Il n'y en pas moins la preuve d'un effort remarquable pour certains pays pauvres et à population peu abondante.

L'*Animateur des temps nouveaux*, qui sait toujours attirer l'attention avec un si pittoresque bon sens et une verve si originale, ajoute, en commentant cette liste :

« Dans vingt ans, l'Amérique du Sud sera l'Amérique du Nord. »

Cette formule peut étonner dans sa concision qui la rend d'apparence absurde.

Au fond, elle est une réalité. Toutes les possibilités de prospérité de l'Amérique du Nord se trouvent dans l'Amérique du Sud.

Mais comment le faire comprendre aux politiciens du fond du café. ?

Le premier congrès de la Fédération espérantiste universitaire de France. — Cette Fédération, créée à Lyon il y a un an, vient de tenir son premier Congrès à Toulouse, sous la présidence de M. Dresch, recteur de l'Académie de Toulouse, assisté du président du Comité international de l'Esperanto, M. Edmond Privat, professeur à l'Université de Genève, et de M. Bujwid, doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Cracovie, président de l'Association scientifique espérantiste internationale. Un des grands avantages des Congrès de langue internationale est que les discours et conférences y sont effectivement suivis et compris, se manifestant ainsi d'une utilité incomparable à ceux, faits en plusieurs langues, des Congrès ordinaires. Il en fut ainsi pour les deux communications faites par M. Privat, l'une en esperanto sur « l'esperanto langue vivante », et l'autre en français sur « les langues et la vie internationale ».

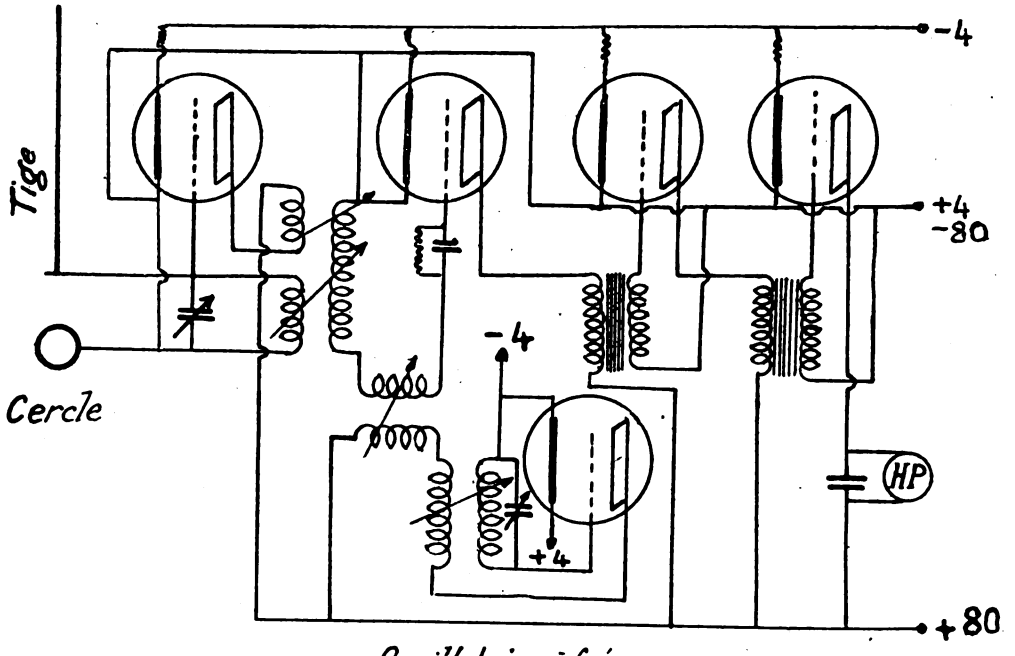
Le prochain congrès aura lieu en 1928 à Grenoble sous la présidence de M. Cotton, professeur à la Sorbonne et membre de l'Institut. D'ici là aura eu lieu en août 1928 le Congrès international esperantiste à Anvers. La Fédération espérantiste universitaire a son siège à Lyon, 15, quai Claude-Bernard.

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

UN INSTRUMENT DE « MUSIQUE A ONDES ÉTHÉRÉES »

Un professeur russe, M. Léo Theremin, a présenté il y a quelques mois à la salle Gaveau et à l'Opéra un instrument de musique mystérieux qui présente l'aspect extérieu d'un poste récepteur de T. S. F., et dont il a su tirer des effets mélodieux qui ont enthousiasmé l'auditoire. Ce qui a le plus frappé le public est la manière dont il joue de cet instrument, avec la main sans toucher à aucun organe de l'appareil. Celle-ci se déplace, s'éloigne ou se rapproche d'une simple tige métallique, ces mouvements suffisant à modeler dans l'espace le son. Il est évident qu'il faut un grand entraînement pour pouvoir exécuter de la musique dans ces conditions, rien n'étant aussi peu précis qu'une forme de main se modifiant.

Le fonctionnement de l'appareil est d'ailleurs très simple, il est basé sur les changements de fréquence ou



Oscillatrice à fréquence constante.

Digitized by Google

battements obtenus au moyen de deux circuits oscillants couplés. C'est l'application du même principe que le superhétérodyne.

Donc nous avons deux circuits oscillants, l'un à fréquence constante, c'est-à-dire composé une fois pour toutes d'un condensateur de capacité fixe et d'une self déterminée, l'autre à fréquence variable, comprenant un condensateur variable, une self fixe et une tige verticale de 50 à 60 centimètres de long, comparable à une petite antenne (fig. 1). Les oscillations résultant du couplage de ces deux circuits sont transmises à une lampe détectrice par l'intermédiaire d'une self couplée aux selfs oscillantes ; puis amplifiées en basse fréquence suivant la méthode habituelle. Une particularité du montage est que l'extrémité du circuit oscillant variable, opposée à la tige, est reliée à un cercle métallique isolé, dont nous verrons plus loin l'usage.

Les sons musicaux formant une partie de l'échelle des fréquences, (de 12 à 3 000 périodes par seconde) il est facile de régler les circuits oscillants pour obtenir l'une de ces fréquences. En fait, le réglage doit être fait juste au-dessus de la limite d'audibilité afin que l'appareil à vide ne donne pas de son, soit 10 000 à 20 000 périodes par seconde.

Lorsqu'on approche la main de la tige, on modifie la capacité du circuit oscillant variable, en l'augmentant, puisqu'on peut considérer la tige d'une part et la main d'autre part comme deux armatures d'un condensateur dont l'une, la main, est à la terre. Ce fait est d'ailleurs familier à ceux qui font la réception des ondes courtes, car ils connaissent les précautions à prendre pour éviter que l'approche des boutons de réglage par la main, ne modifie ceux-ci, on ne fasse siffler l'appareil.

Cette capacité tige-main étant asser faible, il est nécessaire pour le bon fonctionnement de l'appareil et surtout pour avoir une gamme étendue de vibrations sonores. que la capacité du circuit oscillant soit assez petite. Il faudra donc des circuits à grande fréquence. De plus, une modification relative de la capacité en grande fréquence donnera une plus grande variation de son que si la fréquence utilisée était moins grande. Cela tient à ce que le résultat des battements est une valeur absolue égale à la différence des fréquences, et non pas une valeur relative. Cependant il faut bien choisir les fréquences de base, parce que l'appareil est extrêmement sensible.

Pour faire comprendre ce que nous venons de dire, prenons un exemple concret. Soient deux fréquences, l'une fixe de 980 000 périodes par seconde et l'autre variable de 1 000 000. Cette dernière correspond à une longueur d'onde de 300 mètres, l'onde résultante est de 1 000 000 — 980 000 = 20 000 périodes-seconde.

Supposons dans le circuit oscillant variable une variation de capacité de 2 p. 100, la variation de fréquence correspondante sera de $\sqrt{2}$ p. 100, soit 1,41 p. 100, ce qui fait 14 100 vibrations en moins. L'onde résultante est de 20 000 — 14 100 = 5 900 périodes par seconde, qui correspond à un son très aigu. On voit qu'une faible variation de capacité entraine une grande variation du son ; l'expérience seule peut fixer les valeurs à donner aux circuits pour que l'échelle musicale soit obtenue avec le maximum de déplacements de la main et que cependant on puisse obtenir nettement les demi-tons qui dans les environs de la normale font une variation de l'ordre de 60 périodes.

On voit donc que l'on peut obtenir tous les sons que l'on veut, et les faire varier d'une manière continue même par quarts de tons s'il le faut. Mais un son n'est pas seulement caractérisé par sa hauteur, il a encore deux autres qualités essentielles : le timbre et l'intensité. On sait que le timbre est dû à la présence d'harmoniques du son fondamental ; il paraît qu'avec l'appareil présenté on peut obtenir tous les timbres possibles, ceux des divers instruments de musique et même une imitation de la voix humaine. En fait, M. Theremin, lors de la présentation de son appareil, en fit entendre deux. Le problème du timbre est lié aux harmoniques, il faut donc que les circuits oscillants soient riches en harmoniques, ce qui est la règle avec des circuits couplés comme ceux-ci. On peut d'ailleurs augmenter ces harmoniques en amortissant davantage les circuits (en les rendant plus résistants par exemple). Cependant on n'obtient ainsi qu'un seul timbre. Pour obtenir le timbre bien déterminé d'un instrument il doit y avoir une certaine difficulté, et encore plus pour changer de timbre dans le cours d'un morceau. Notre documentation ne nous permet pas de donner de précisions à ce sujet. Il semble qu'il y ait deux moyens de modifier le timbre : faire usage de filtres après la détectrice, éliminant les harmoniques indésirables, ou modifier l'amortissement des circuits oscillants en agissant sur leur couplage et en faisant usage au besoin de résistances variables insérées dans le circuit. On pourrait aussi monter l'amplificateur basse-fréquence avec selfs ou résistances qui ne seraient pas également conductrices pour toutes les fréquences, et changer ces selfs ou résistances pour changer de timbre.

L'intensité du son, soit en musique les nuances : piano ou forté, est obtenue, par l'action de l'autre main sur l'anneau. Cette action modifierait le potentiel de la grille par rapport à la terre, et augmenterait l'émission d'électrons de l'oscillatrice. Mais cette explication est un peu simple et nous n'en connaissons pas d'autres pour le moment.

En résumé, l'appareil du professeur Theremin est un instrument de musique complet donnant tous les sons avec leur hauteur, leur intensité et leur timbre. On peut obtenir des effets variés tel que trémolo, mais il ne donne qu'une note à la fois (le violon peut en donner deux en jouant sur doubles cordes). Le principe en est simple et sera compris de tout sans-filiste. Quant aux détails d'exécution, certains relatifs au timbre et à l'intensité ont dû exiger de patientes recherches.

Quant à l'avenir d'un pareil instrument, nous ne pouvons nous prononcer ; il faut attendre, pour savoir s'il ne restera pas au musée des curiosités scientifiques.

A. LECLERC,
Ingénieur E. P. C. I.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

Le Canada va plus vite comme progrès que les Etats-Unis. — D'après l'*United States Bureau of Statistics*, le Canada l'emporterait en prospérité sur tous les pays du monde, y compris les Etats Unis. Voici, en effet, un tableau de la situation comparée du Canada et des Etats-Unis qui indique pour chaque pays le pourcentage d'amélioration des diverses branches de l'activité économique au cours de l'année 1926 :

	Canada. %	E.-U. %
Chargements ferroviaires. ..... $	9	3
Débits bancaires.	7,9	5
Production électrique	17	12
Effectifs de main-d'œuvre	6,4	1
Industrie automobile	26,5	10
Papier journal	24	11
Charbon bitumeux	28,5	10
Fers et aciers	3	10
Prix de gros	2,6	4
Epargne	5,6	7
Assurance-vie	11,3	3
Actions vendues	56,5	4
Obligations vendues	14	13

En 1903 la fortune publique représentait au Canada $ 1 100 par tête ; actuellement elle est passée à $ 2 406, soit une augmentation de 128 p. 100. Depuis cette même année 1903, le capital agricole s'est accru de 320 p. 100, les terres en culture de 300 p. 100 et les capitaux engagés dans l'industrie manufacturière de 650 p. 100. En outre, la production forestière a doublé et le réseau ferroviaire plus que triplé.

La production mondiale de papier à journal, en 1926, a quelque peu dépassé 6 100 000 tonnes, dont le Canada a fourni plus de 37,7 p. 100, soit près du tiers.

Dans le dernier semestre, la production quotidienne au Canada avait augmenté de 2 000 tonnes, comparativement à la production de 1926, ce qui revient à dire que actuellement, le Canada peut porter à son crédit 42 p. 100 de la production mondiale.

Le développement des forces hydro-électriques de Québec. — Les progrès les plus remarquables se sont opérés dans le domaine de l'énergie électrique.

Tandis que des travaux préliminaires s'effectuaient à la Chute à Caron, 10 turbines de 45 000 CV. chacune fonctionnaient à l'Ile Maligne, où l'on est actuellement à compléter l'installation des deux dernières unités, qui portera la capacité totale de l'usine à 540 000 CV.

La Shawinigan Water and Power Company a commencé à agrandir son usine pour y installer une nouvelle unité de 45 000 CV. Une de ses compagnies subsidiaires, la North Shore Power Company, a terminé l'aménagement des chutes de la rivière Batiscan, et la capacité de cette usine, qui est déjà de 20 000 CV., sera prochainement doublée.

Sur la rivière aux Outardes, l'Ontario Paper Company est en train de s'outiller pour la production de 40 000 CV.

Des travaux considérables ont été exécutés sur la rivière Gatineau. Outre la construction d'un réservoir en béton de $ 3 000 000, on a presque terminé l'aménagement des chutes Paugan, qui alimenteraient 6 turbines de 34 000 CV. chacune. Avec les huit unités qui sont prévues cela signifie 282 000 CV. au service de nouvelles industries.

1927 a également vu l'utilisation des chutes et des rapides de Chelsea, qui fournissent déjà 29 000 CV. et en fourniront sous peu 170 000.

L'aménagement des chutes et des rapides Farmer vient de se terminer. On y compte actuellement 72 000 CV avec une capacité éventuelle de 120 000 CV.

Deux unités de 8 500 CV. ont été ajoutées à l'usine de Kippawa.

Pendant que la rivière Ottawa, à Bryson, fournissait 22 500 CV., Anglier voyait s'ériger une nouvelle usine d'une capacité de 20 000 CV.

A tous ces aménagements se sont ajoutées plusieurs lignes importantes de transmission, dont les principales sont la ligne de l'Ile Maligne, à Québec, d'une capacité de 100 000 CV. ; la ligne de Chelsea à Paugan, d'une capacité de 120 000 CV, et la ligne de Paugan à Quyon, d'une capacité de 125 000 CV.

Cet énorme développement hydro-électrique constitue une source inépuisable de richesse pour la province de Québec.

Le commerce extérieur du Canada. — Une balance commerciale favorable de 150 millions de dollars pour l'année 1927. — Le commerce extérieur du Canada pour les douze mois de l'année 1927 se chiffre par 2 milliards 338 millions de dollars, accusant une augmentation de 47 millions de dollars sur l'année 1926.

Les statistiques des importations et des exportations n'ont pas encore été revisées, mais on estime que la balance commerciale favorable sera de 150 millions de dollars.

La prospérité du Canada. — La valeur totale du commerce canadien a augmenté de 546 p. 100 depuis 1900 ; la dette publique a été diminuée de 106 millions de dollars en ces cinq dernières années malgré les réductions de taxes ; les capitaux placés dans le développement de nos forces hydrauliques, qui étaient de 121 millions en 1910, se chiffrent par 900 millions de dollars en 1927 ; le chômage est le plus insignifiant depuis l'établissement de l'index à ce sujet ; les dépôts d'épargne atteignent le total jusqu'ici inconnu de 1 406 041 000 dollars, et les rapports des banques témoignent de l'expansion des affaires en général.

Automobiles et touristes. — Le nombre des automobiles entrés au Canada du 1er janvier jusqu'à la mi-octobre 1927, s'est élevé à 750 000 ; pour la province de Québec seule le chiffre est de 333 000.

Les statistiques officielles indiquent que jusqu'à la mi-octobre le nombre des touristes venus en automobile des Etats-Unis dans le Québec a été de 304 425, et l'on estime que le recensement à la fin de l'année donnera le chiffre de 325 000 ; en outre, 60 000 visiteurs sont venus des autres provinces du Dominion, ce qui porte le total approximativement pour 1927 à 385 000.

Les chiffres pour les années précédentes sont :

1919	18 105
1923	130 000

Digitized by Google

1924	199 008
1925	259 959

On estime à 1 million et demi les touristes venus l'an dernier en automobiles des Etats-Unis dans les diverses provinces du Canada.

Les exportations de tabac. — Les exportations de tabac du Canada en 1927 ont été de 6 330 972 livres, d'une valeur globale de 2 569 300 dollars. Il y a au Canada septante-trois fabriques de tabac comportant un capital de 42 450 000 dollars.

Les mines de Flin-Flon. — Le chemin de fer de la baie d'Huson n'est pas encore terminé, que la construction d'un embranchement de 125 kilomètres a déjà été décidée. Cet embranchement est destiné à relier à la voie principale une nouvelle région dont l'exploitation a été résolue par un groupe important de financiers, et qui est particulièrement riche en minerais de cuivre, zinc, or et argent. Les mines de Flin-Flon sont situées dans le nord du Manitoba et le groupe de financiers est décidé à dépenser 50 millions de dollars pour leur mise en exploitation. La société exploitante a obtenu du Gouvernement du Manitoba, d'importantes exemptions d'impôts à condition qu'elle s'engage, entre autres, à consacrer au moins 12 millions de dollars à l'établissement d'usines dans la région même, à la production d'énergie électrique ainsi qu'à la construction d'une ligne de transmission de 270 kilomètres de longueur.

Le même groupe se dispose à envoyer l'été prochain une équipe de 250 prospecteurs dans l'Alberta où des gisements excessivement riches lui ont été signalés au nord de Prince-Albert.

Les produits des mines canadiennes en 1927. — La valeur totale des produits des mines canadiennes en 1927 s'est élevé à $ 241 773 000, soit une augmentation de plus de 1 million de dollars sur l'année précédente. Le tableau suivant indique la valeur des principaux d'entre ces produits :

Or	$ 37 731 000
Argent	12 488 000
Nickel	15 105 000
Plomb	16 457 000
Charbon, gaz et pétrole	70 661 000

Cinq sociétés britanniques et deux syndicats américains se sont groupés pour l'exploitation de mines de zinc dans la province de l'Ontario.

Le port de Montréal et l'importance du trafic maritime. — Pendant la saison de navigation 1927, il est entré dans le port de Montréal 1 610 navires de mer représentant un total de 4 992 480 tonnes. C'est une augmentation de 189 navires et de 770 750 tonnes sur la saison précédente. Ces chiffres démontrent que le port de Montréal prend comme tête de ligne transatlantique une importance de plus en plus grande qui lui permet de se ranger au nombre des principaux ports du monde. Sur le continent américain, il n'est dépassé, pour l'importance du trafic maritime, que par le port de New-York ; encore l'emporte-t-il sur ce dernier — comme nous l'avons déjà fait remarquer — par l'intensité du trafic des céréales. C'est avec la Grande-Bretagne que les échanges maritimes ont été le plus considérables ; la Norvège vient en second lieu et les Etats-Unis en troisième. La France, qui tenait en 1926 le septième rang, ne vient plus en 1927 qu'au huitième ; ceci est dû plus particulièrement à la dépréciation du franc, mais aussi au fait qu'une notable partie du trafic maritime français qui se fait avec le Canada passe par le port de New-York.

Le Canada, pays moderne et « allant ». — Dans un des derniers numéros de *Paris-Canada* nous relevons l'article suivant, signé : *Un vieux Canadien*. Nous croyons devoir attirer tout particulièrement l'attention des lecteurs français sur les idées qu'il exprime, la manière dont la plupart de nos compatriotes envisagent le Canada, étant des plus sympathiques comme intentions, mais tout à fait fausse du point de vue pratique.

« J'ai fait plusieurs séjours en Europe, j'y ai passé plus de quatre mois l'an dernier et j'ai pu constater, comme aux précédents voyages, que notre pays y était généralement ignoré. Tous mes compatriotes qui sont allés en Europe ont fait la même constatation.

» En France, on aime beaucoup le Canada ; personne n'en contredira ; mais ce sentiment se traduit exclusivement par des évocations attendries et quelques couplets lyriques sur le prodige de notre survivance. En Angleterre, au contraire, l'orgueil fait place au sentiment. Quand on parle du Canada, c'est pour célébrer son expansion, sa santé morale, sa vigueur économique, sa foi robuste dans l'avenir et c'est pour bien faire sentir qu'on est fier d'un pareil partenaire.

» Le « vieux monde » du grand journal parisien ne s'intéresse pas à nos affaires. La presse française semble ignorer presque systématiquement notre vie parlementaire et politique. Elle attache beaucoup moins d'importance au Parlement d'Ottawa qu'aux Chambres de tout petits pays en constant état d'agitation.

» Si les journalistes européens, dont un bon nombre sont comme figés dans des vieux cadres, et dont les autres sont enchaînés à des méthodes routinières, avaient réussi à comprendre que le Canada est devenu un facteur international, on aurait vu quelquefois leurs journaux commenter notre législation nationale, l'évolution éclatante de notre statut politique, les forces de notre mouvement économique et de notre expansion commerciale, notre puissance industrielle, l'intensité de notre production agricole, la solidité de notre régime bancaire, et que sais-je encore. Mais, ils ne sont pas arrivés à mesurer notre potentiel et à attacher de l'intérêt à notre marche audacieuse vers l'avenir.

» Tout ce qui charme et enchante les publicistes français concernant le Canada, c'est notre passé, c'est le souvenir qui flotte autour de nous.

» On trouve bien en France encore quelques journalistes pour inventer des fumisteries comme celle de la mort de la ville de Phœnix, dans les Montagnes Rocheuses, ville qui n'a jamais existé.

» On en trouve quelques autres, très sympathiques au Canada, qui, une fois ou deux l'an, servent à leurs lecteurs quelques flonflons usagés sur la conservation de la langue française, des anciennes traditions et des vieilles coutumes dans la province de Québec. Un point c'est tout.

» Nous sommes las de ces ballades, nous qui avons conscience d'être aujourd'hui une force et une volonté au service d'un grand dessein. Il est possible que notre action et nos efforts échappent aux annalistes quotidiens. Mais, à mon avis, les journalistes de l'autre côté de l'eau semblent maintenir, à travers les temps nouveaux et les évolutions acquises, des conceptions périmées. »

Digitized by Google

CHRONIQUE SOCIOLOGIQUE ET URBANISTE

A propos de la crise des loyers. — En réponse à une question qui lui avait été posée, le préfet de la Seine fait publier au *Bulletin municipal* la statisque, par catégories, du nombre de familles logées dans les habitations à bon marché, gérées par l'Office public de la Ville de Paris.

Au 31 décembre dernier, 3 974 ménages étaient logés dans les immeubles à bon marché de la Ville. Ils se décomposaient ainsi :

6	ménages ayant	11 enfants.
12	ménages ayant	10 enfants.
41	ménages ayant	9 enfants.
77	ménages ayant	8 enfants.
203	ménages ayant	7 enfants.
368	ménages ayant	6 enfants.
665	ménages ayant	5 enfants.
996	ménages ayant	4 enfants.
498	ménages ayant	3 enfants.
477	ménages ayant	2 enfants.
470	ménages ayant	1 enfant.

L'effort qui reste à faire est formidable ; il y a, en effet à l'Office, environ 70 000 demandes auxquelles il n'a pu être donné satisfaction.

On se demande l'intérêt particulier que pouvaient bien présenter les quelque mille familles n'ayant qu'un ou deux enfants, et qui les ont fait admettre, au nez des 70 000 postulants. L'histoire des habitations municipales à bon marché, mal construites, mal entretenues par leurs « concessionnaires » et coûteuses pour les contribuables qui les paient sans y loger, est tout un poème. D'ailleurs d'autres fondations montrent la même maladresse. Le *Cri de Paris* en donne un bel exemple sous le titre de *Le paradoxe philanthropique* :

« Les innombrables lois sur les loyers (M. Levasseur en compte vingt-huit) ont parfois des conséquences bien curieuses.

« Au moment de leur confection, nul, au Parlement, n'a pensé aux exceptions que le bon sens imposait ; il en résulte que ces lois sont applicables même aux Offices d'habitations à bon marché, qui ne peuvent renvoyer les locataires lorsque ceux-ci ne remplissent plus les conditions prévues par les statuts.

« Ainsi les logements de la Fondation Rothschild sont destinés à des familles nombreuses.

« Mais, lorsqu'une famille qui a obtenu un de ces logement à raison du nombre de ses enfants est réduite à sa plus simple expression par suite de mariage, départ ou décès, elle a le droit de conserver son logement, malgré le nombre des familles postulantes qui ne peuvent être admises.

« Par suite dans ce groupe d'habitations, destinées à encourager la natalité, la moyenne des enfants qui était de 4,75 par famille avant la guerre est tombée à 1,84 ; il n'y a eu en 1926 que 20 naissances pour 4 134 habitants ; le nombre des décès dépasse de 10 p. 100 celui des naissances !

« L'Office n'a pas voulu demander l'expulsion des ménages réduits à deux ou trois membres ; il aurait seulement désiré obtenir qu'il laissassent leur appartement de quatre ou cinq pièces aux familles nombreuses, pour prendre un local plus petit. Les intéressés ont résisté et, par dix fois, le juge de paix saisi par le conseil de la Fondation a accordé le moratorium.

« Les moralistes pourraient écrire de jolies choses là-dessus. »

Un journal quotidien émet à ce sujet des réflexions analogues :

« On a fait des lois et encore des lois sur les loyers ; mais, par une ironie singulière, on n'est pas arrivé à assurer ce qui semble devoir pourtant être simple : la possession des habitations destinées aux familles nombreuses par ceux à qui elles sont destinées.

« En effet, dans les groupes d'immeubles construits pour les grandes familles, lorsque celles-ci, ayant marié successivement leurs enfants, se trouvent réduites au père et à la mère, elles restent pourtant en possession d'un appartement de quatre ou cinq pièces, qui a été prévu pour une collection de sept ou huit enfants. Pendant ce temps, les possesseurs actuels de famille nombreuse restent condamnés à la chambre d'hôtel, au taudis du sixième... Pourquoi ? parce que le législateur n'a pas prévu ce cas.

« A la fondation Rothschild, on se trouve donc devant cet incomparable paradoxe : le nombre des locataires a diminué en 1926, bien qu'il ne s'y soit pas trouvé un seul logement vacant ; et la natalité, que ces immeubles étaient destinés à faciliter, est tombée à un taux... inférieur à celui de la mortalité !...

« ... Mais où seraient allés ces vieux ménages si on les avait dépossédés de leur abri ? Le Comité de la Fondation leur a offert contre leur grand logement une chambre et une cuisine ; ils ont refusé de se prêter à l'échange et le tribunal leur a donné raison, préférant condamner à la chambre unique des familles ayant quatre enfants et plus...

« Il ne reste plus qu'à changer les statuts de toutes les organisations intéressées et à en faire des asiles de vieillards. »

A défaut d'appartements... — D'après le rapport de M. Masson sur le fonctionnement des services de police en 1927, cette dernière année marque un ralentissement de l'affluence des étrangers à Paris. Alors que pour 1926 (du 1er janvier au 16 novembre) le nombre des demandes de cartes d'identité s'élevait à 70 798, il n'atteint pour la même période de 1927, que 61 876. On remarque notamment une diminution du nombre des Italiens, des Belges et des Polonais.

En ce qui concerne les arrestations, il y en a eu 18 571 concernant des Français, et 4 102 des étrangers.

Au cours de l'année terminée, dix nouvelles salles de spectacles ou de concerts ont été ouvertes au public. De plus, trois salles de spectacles importantes sont en construction. En somme, il y a actuellement 550 théâtres, music-halls, cinémas, concerts, et 453 salles de bal.

Au 1er décembre 1927, il existait 20 136 hôtels ou meublés à Paris et 13 221 hôtels ou meublés en banlieue.

Digitized by Google

LES TRAVAUX D'AMATEURS

LE MOULAGE EN PLATRE (*Suite*) (1).

Il faut maintenant préparer cette bouillie de plâtre ; car elle ne peut être faite qu'au moment même de s'en servir, puisqu'elle durcit très rapidement.

La préparation de la bouillie n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire. Plus exactement, il y faut du soin et de l'attention. On met d'abord dans une terrine vernissée ou une assiette creuse une quantité d'eau en rapport avec l'importance du moulage que l'on veut faire. On saupoudre alors la surface de cette eau de plâtre bien tamisé et non éventé : il faut avoir soin de le semer bien également sur toute la surface du liquide, et de ne pas laisser y tomber de morceau aggloméré. Ce qu'il y a de mieux est d'employer pour cela un petit tamis, que l'on agite au-dessus de la terrine. Quand il y a assez de plâtre pour que toute la surface de l'eau soit recouverte partout, on attend une demi-minute ; puis on remue et bat fortement le liquide avec une cuiller à ragoût en bois, agitant en tous sens : il doit se produire très rapidement un mélange parfait de l'eau et du plâtre, sans grains, ni globules, ni grumeaux. Le mélange doit avoir la consistance d'une crème épaisse, pas davantage ; s'il était trop épais, la coulée se ferait mal, la prise serait trop rapide et il resterait des bulles d'air dans la masse. Il ne faut guère compter la diluer en ajoutant de l'eau, ou du moins il faut n'en mettre que peu, et immédiatement, en agitant et mélangeant de suite, bien entendu. Par contre si l'on constate que la bouillie est trop claire, on peut tamiser dessus une nouvelle dose de plâtre, toujours à condition de remuer aussitôt et abondamment.

***

Dès que la bouillie est devenue bien homogène et de la consistance voulue, on la verse dans le moule. Si celui-ci est un « bon creux » fait en deux moitiés comme nous l'avons indiqué, on donne de temps en temps de petites secousses pour faire détacher et monter à la périphérie les bulles d'air ; si l'on a affaire à un estampage, c'est-à-dire à un demi-moule peu profond, on remplit de bouillie plâtreuse l'espèce de cuvette en cire formée par empreinte, et on frappe quelques coups à plat dans le même but.

Une fois que l'on a versé une quantité de bouillie suffisante pour bien remplir le creux, on laisse reposer. La « prise » demande vingt minutes à une demi-heure environ. Il ne faut donc pas être impatient ni vouloir démouler trop tôt. Comme il a généralement débordé un peu de plâtre par les trous d'amenée ou sur les bords du creux estampé, on peut essayer la dureté en traçant une rayure à l'ongle — d'ailleurs, dans le cas d'un estampage, tout le verso se prête à cet essai. Il est à noter que la prise du plâtre s'accompagne d'un dégagement très sensible de chaleur pendant les premières minutes. Il peut arriver, en été, que cet échauffement ramollisse la cire de façon appréciable. Cela n'a pas grand inconvénient pour un estampage de médaille ou plaquette, car la surface en est grande et l'épaisseur du plâtre faible, de sorte que le poids tendant à produire une déformation est insignifiant. Mais il se pourrait qu'une pièce volumineuse et de forme compliquée pût produire un ramollissement inquiétant dans la masse de cire moulée. C'est une des raisons pour lesquelles ces moules s'exécutent plutôt en argile. On peut aussi maintenir la cire froide en l'immergeant dans l'eau. Au surplus, ce sont des cas spéciaux réservés aux praticiens habiles, et dont nous n'avons pas à nous en occuper dans des articles élémentaires ne concernant que les amateurs.

***

Quand la prise est complètement faite, on démoule. Moment émouvant ! Même pour un vieux praticien, s'il s'agit d'une pièce de grand intérêt.

Pour un estampage, pas de grande difficulté. L'huilage et le talquage de la surface cireuse empêchent presque toujours l'adhérence, de sorte que la séparation du gâteau de plâtre durci et de la cire se fait très facilement, et que le creux en cire est même prêt à resservir. Si le moule était fait de terre argileuse, il faut le casser et le séparer du plâtre par morceaux.

Mais c'est pour le « grand creux » que l'opération est plus grave. Si c'était un « creux perdu », procédé dont nous n'avons d'ailleurs pas parlé et où l'on a complètement noyé le modèle en cire dans de l'argile en n'y laissant que deux canaux pour la fusion de la cire chauffée et la pénétration du plâtre, il faut briser et enlever par morceaux cette enveloppe. Si la « coquille » ou « dépouille » est en deux parties, on doit pouvoir les séparer sans grande peine, grâce à l'huilage marquant la surface de séparation des deux demi-moules, souvent faits de deux terres diversement colorées par des ocres.

On lave et savonne le plâtre sorti de sa gangue, et on le laisse bien sécher. Si l'on veut en modifier l'aspect, on le traite par l'un des procédés dont il nous reste à parler et qui feront l'objet de notre dernier article.

(La fin à une prochaine livraison.)

(1) Voir les numéros d'octobre et décembre de la *Science Moderne*, pp. 112* et 142*.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

Mrs. CHRISTINE FREDERICK, **L'organisation ménagère moderne** (*le Taylorisme chez soi*), traduit de la 2e édition par A. D. T. 1 vol. in-16 de 229 pages avec 8 planches hors texte (Dunod, édit.). Prix : 17 fr. 50.

La deuxième édition du livre de Mrs. Christine Frederick prend un intérêt tout particulier à une époque où les difficultés du service domestique et de l'existence ont fait de la « tenue de la maison » une véritable question d'actualité pour toutes les classes sociales, et où, d'autre part, des efforts très louables sont tentés en France pour répandre les idées d'organisation ménagère en profitant des ressources scientifiques modernes, tout particulièrement de l'électricité.

La femme peut-elle concilier la parfaite tenue de son intérieur avec le désir légitime de consacrer quelques heures par jour aux loisirs intellectuels, à l'éducation de ses enfants, à la société de son mari? Telle est la question que pose et résout l'auteur. Mrs. Frederick explique comment, grâce à une organisation méthodique, elle parvient à accomplir ses multiples besognes ménagères sans effort, sans fatigue et dans un temps fort court. Ses principes, qui sont les mêmes que ceux de Taylor pour l'exécution et de Fayol pour la direction, au surplus de ceux de tous les esprits nets et méthodiques, sont les suivants :

1° Groupement du matériel et des ustensiles dans la pièce où l'on s'en sert; utilisation de systèmes et d'ustensiles perfectionnés pour le chauffage, l'éclairage, le nettoyage, la cuisson des aliments ;

2° Etablissement méthodique du plan de travail, économie des mouvements, comptabilité ménagère très complète et très claire ;

3° Etude et sélection des produits à acheter.

Elle engage également les femmes à sortir de l'esprit de routine, à observer, à contrôler, à admettre l'idée de perfectionnement. Bien que les femmes françaises aient une juste réputation d'excellentes ménagères et de maîtresses de maison remarquables, beaucoup plus que les Américaines des grandes villes tout au moins, il n'en est pas moins vrai qu'elles trouveront dans ce livre d'utiles suggestions et des règles à adopter.

A. CHAPLET, ingénieur-chimiste, **Où en est la chimie industrielle ?** 1 vol. in-8 de 288 pages (de la *Collection des Mises au Point*) avec 79 figures (Gauthier-Villars édit.). Prix, broché : 25 francs.

M. Chaplet est bien connu du grand public par des ouvrages déjà nombreux sur diverses parties de la chimie, qui lui ont valu la réputation justifiée d'être un auteur à la fois très clair et fort bien documenté. Mais cette fois on peut dire qu'il s'est surpassé : arriver à exposer en moins de 300 pages de petit format tout l'essentiel de l'industrie chimique entière avec les derniers procédés et expliquer la valeur ou les défauts de chacun, est un tour de force dont aucun autre peut-être n'aurait osé faire l'essai. M. Chaplet a exactement atteint le but qu'il se proposait et qui est celui de cette collection : mettre sous les yeux de lecteurs non spécialisés un exposé élémentaire dans ses principes, mais bien au point en ce qui concerne les résultats acquis, d'une science donnée. Il étudie en douze chapitres les combustibles, le four électrique, les sels et acides, les synthèses catalytiques, les matériaux durs artificiels, les gaz, l'alimentation, la microbio-chimie, les industries de chimie organique et les matières plastiques colloïdales. M. Chaplet, qui sait combien un lecteur a besoin d'être guidé de près, a le talent de présenter des schémas très concrets et très clairs, et en fin de chaque chapitre, une bibliographie où il fait un choix et où il dit en quelques lignes quel est le niveau et le caractère particulier de chaque ouvrage cité.

Dr P. LEREBOULLET, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'hôpital des Enfants-Malades, **La grippe : clinique, prophylaxie, traitement.** 1 vol. de 144 pages avec 10 figures (de la Collection *les Actualités médicales*) (J.-B. Baillière, édit.). Prix : 10 fr.

S'il est une maladie à laquelle tout le monde ait lieu de s'intéresser, c'est bien celle-là, qui n'épargne à peu près personne. Très variable de forme et d'intensité, contagieuse au premier chef, capable d'entraîner de graves complications, elle a besoin d'être connue. Le petit livre de M. le professeur Lereboullet, écrit fort simplement, donne de nombreux détails qui intéresseront ceux qui ont eu affaire avec la grippe comme médecins... ou simplement comme patients.

Pierre VILLEY, professeur à la Faculté des Lettres de Caen, **L'Aveugle dans le monde des voyants.** 1 vol. in-18 (de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*) Flammarion, édit. — Prix : 12 francs.

Un précédent volume du même auteur dans cette collection a présenté le *Monde des aveugles* ; c'est *l'Aveugle dans le monde des voyants* que présente celui-ci. Après avoir étudié la psychologie de l'aveugle, le jeu naturel de la suppléance des sens qui compense le défaut de la vision, et les méthodes pédagogiques qui peuvent favoriser cette suppléance, il était intéressant d'examiner la place que l'aveugle a tenue et peut tenir dans la société; pour cela, d'étudier la réaction de la société au phénomène de la cécité, les idées arbitraires des voyants sur l'aveugle, qui ont conditionné pendant longtemps sa situation et retardent encore aujourd'hui son adaptation sociale.

C'est l'histoire d'un préjugé qu'on a essayé d'écrire : sa genèse, les croyances, les légendes, les œuvres d'imagination qu'il a fait naître ; ses transformations selon les sociétés et les temps à travers le folklore, la mythologie et la littérature. Dans une dernière partie, l'auteur — frappé de cécité à l'âge de quatre ans et brillant universitaire — a montré jusqu'où, sous l'impulsion de Valentin Haüy qui, le premier, eut l'idée d'instruire les aveugles, l'adaptation de l'aveugle au milieu social par l'instruction et par le travail a été poussée dans les divers pays qui marchent à la tête de la civilisation ; et on a tenté de dégager des leçons de l'expérience les moyens qui permettraient de hâter cette adaptation. Enfin, au cours de l'ouvrage, nombre de questions fort diverses sont étudiées telles que : risques de cécité selon les âges,

Digitized by Google

les sexes, les milieux ; action de la civilisation sur la cécité ; l'amour et le mariage pour l'aveugle ; l'aveugle et la famille ; solutions originales que, avant Valentin Haüy, l'Islam, le Japon, la Chine avaient apportées au problème de l'adaptation sociale de l'aveugle.

R. Le Florentin, **Les Parfums** (Nouvelle Collection des Recueils de recettes rationnelles), 2e édition considérablement augmentée. 1 vol. in-16 broché de XVI-264 pages, avec 16 figures. Desforges, Girardot et Cie, édit. Prix : 27 fr. Franco par la poste, France : 28 fr. Etranger : 30 fr.

La seconde édition du volume *Les Parfums* constitue, en fait, un ouvrage entièrement nouveau, le nombre de pages étant augmenté d'une centaine. Outre un dictionnaire des matières premières servant en parfumerie, on y trouvera un très riche formulaire pour la préparation et par le professionnel et par l'amateur, des extraits, bouquets et eaux parfumées diverses, des cartes et poudres à sachets, des vinaigres et sels révulsifs. Une copieuse bibliographie critique, un riche index alphabétique terminent ce petit ouvrage absolument indispensable à l'amateur comme au professionnel s'occupant de parfumerie.

A. Grousset, agent technique principal de la marine. **Les moteurs d'embarcations**, guide pratique des réparations de moteurs à explosion, raisonnées sur une théorie approchée de ces moteurs, avec préface de R. Colin, ingénieur du génie maritime. 1 vol. gr. in-8 broché de 288 pages avec 149 figures. (Desforges, Girardot et Cie édit.). Prix : 40 francs.

Cet ouvrage a été écrit pour tous ceux qu'une connaissance par trop superficielle sur les moteurs à explosion et sur les moteurs Diesel ne peut satisfaire.

Pour rester à la portée de tous, l'auteur n'a laissé subsister dans cet ouvrage que les calculs élémentaires strictement indispensables à sa compréhension.

La première partie est un rappel sommaire des notions de mécanique que l'on rencontre par la suite dans la théorie, succincte d'ailleurs, sur laquelle repose le fonctionnement des moteurs à explosion et des moteurs à combustion interne, dits moteurs Diesel.

La deuxième partie, formant l'objet principal de l'ouvrage, se rapporte uniquement à la réparation des organes principaux d'un moteur à explosion et de ses accessoires.

La troisième partie se rapporte à l'étude des carburateurs et magnétos, régulation du moteur et essais à l'atelier. Une étude sur les inverseurs de marche et sur l'hélice est également faite, et l'auteur termine enfin par l'exposé de la conduite des essais à la mer de l'embarcation, après que l'installation du groupe moteur est terminée.

Ce rapide exposé montre donc que cet ouvrage convient tant à ceux qui font les réparations qu'à ceux qui en ont la responsabilité. Il convient aussi à tous les possesseurs de moteurs qui se doivent de connaître leur outil pour l'employer au mieux de leurs intérêts.

R. Bardin, ingénieur-électricien (E. S. M. E.). **Les machines industrielles**, *principe, fonctionnement, divers types, montage, pannes*. 1 vol. in-8 broché de 80 pages avec 65 figures. (Desforges, Girardot et Cie. édit.) Prix : 8 francs.

Sans prétention scientifique, cet ouvrage a pour but l'étude pratique des diverses machines électriques industrielles : dynamos et moteurs à courant continu ; alternateurs et moteurs à courant alternatif ; transformateurs fixes et rotatifs.

Chaque machine est étudiée dans ses différents types au point de vue principe, fonctionnement, montage électrique dans ses différents cas d'utilisation, mise en marche et entretien.

De nombreux schémas de fonctionnement et de montage permettent l'étude facile des phénomènes électriques.

Cet ouvrage résume donc, sous une forme condensée, mais complète, les notions pratiques que tout électricien et tout usager de machines électriques doivent posséder.

Dr **Achalme**, directeur de laboratoire à l'Ecole des Hautes-Études, **La Molécule d'hydrogène**. 1 brochure in.-8 de 62 pages avec 34 figures (Payot, édit.). Prix : 5 francs.

C'est une conférence faite en Belgique par l'auteur, où celui-ci expose d'abord les principes admis aujourd'hui sur la structure de la molécule de l'hydrogène, les ions et leur charge, etc. ; puis ses idées sur le groupement des éléments électroniques pour former des atomes de tous les corps simples : M. Achalme en fait des édifices statiques de boulets agglomérés, dont un grand nombre sont dessinés, et non des systèmes en mouvement comme Bohr et Rutherford. L'idée directrice de M. Achalme est la solidité de l'atome opposée à la fragilité de la molécule.

A. Heraud, **Les secrets de la science et de l'industrie**. 1 vol. in-16 de 461 pages avec 106 figures (de la *Bibliothèque des Connaissances utiles*) (J.-B. Baillière, édit.), Prix : 15 francs.

Cet ouvrage bien connu, dont la réputation est déjà ancienne, avait à deux reprises déjà été remis à jour. La dernière édition se trouvant épuisée, on en a profité pour le remettre une fois de plus au courant des derniers progrès de la science et de l'industrie et pour le corriger. De nombreux articles ont été ajoutés, des recettes complétées et des figures modernes intercalées dans le texte. Tant par les notions élémentaires mais précises qu'il donne, que par les innombrables formules, recettes et tours de main qu'on y trouve, ce livre est une véritable mine de renseignements éprouvés sur les sujets les plus divers, classés par ordre alphabétique. A la maison comme à l'atelier, il peut être de la plus grande utilité pour chacun.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

MÉCANIQUE

Emploi de l'acier au nickel pour les chaudières de locomotives. — Le Canadian Pacific a construit récemment deux séries de locomotives Pacific et Mikado, semblables à ses précédentes machines de mêmes types, mais dont les chaudières, grâce à l'emploi d'acier au nickel, ont pu être timbrées à 17^{k},5, au lieu de 14 kilogrammes sans augmentation du poids de la chaudière.

La *Revue générale des chemins de fer* de janvier, page 57, décrit les caractéristiques principales des nouvelles et anciennes locomotives Pacific et Mikado.

Le nombre de pièces d'une automobile. — Le bulletin que la Société Citroën fait paraître chaque mois dans toute la dernière page des grands quotidiens sous le titre *Le Citroën*, formant ainsi un journal tiré à 15 millions d'exemplaires, donne les curieux détails suivants :

« Dans une conduite intérieure 10 CV Citroën « B-14 », tout acier, sait-on combien il y a de pièces?

« Il y a : 11 844 pièces.

« Dans la carrosserie de la même voiture, sait-on combien sont entrées de matières premières?

« 119 matières premières.

« Ce chiffre est peut-être plus surprenant que le premier. Indiquons :

« Acier, cuivre, bronze, laiton, fonte, aluminium, nickel, zinc, coton, laine, soie, raphia, verre, caoutchouc, amiante, ébonite, peinture, crin, cuir...

« Si vous avez quelques loisirs, cherchez le reste. »

PHYSIQUE

A propos de la radio-activité d'origine solaire. — Un récent article de notre collaborateur M. Boutaric (dans *La Science Moderne* de janvier), a rendu compte des recherches récentes de M^{lle} Maracineanu sur la radioactivité que peut acquérir le plomb — en particulier — sous l'influence de la lumière solaire. Il est juste de rappeler à ce propos que cet effet hélio-inducteur a été signalé il y a plus d'un quart de siècle déjà par un astro-physicien français, dont nos lecteurs ont déjà vu plusieurs articles, M. Albert Nodon. Dès juin 1902, il communiquait à l'Académie des Sciences une note où l'on peut lire les lignes suivantes :

« J'ai tenté d'obtenir l'impression photographique de plaques au gélatino-bromure d'argent disposées derrière des lames métalliques minces et soumises à l'action de radiations solaires intenses et prolongées ; le plomb fournit une impression très nette lorsqu'il est placé au voisinage immédiat de l'émulsion photographique ; il produit également une impression dans l'obscurité, *lorsqu'il a été préalablement insolé*...

« En résumé, nous voyons que les phénomènes d'ionisation paraissent se produire au sein même de la matière sous l'influence des radiations ultraviolettes. L'ionisation des molécules emprunte alors son énergie aux radiations absorbées par le métal.

« Il semblerait donc possible, d'après ces résultats, de développer au sein de la matière et pendant un temps limité, *des propriétés analogues à celles qui caractérisent les substances radioactives* (Juin 1903). »

Dans d'autres recherches faites de 1921 à 1923, M. Nodon a également constaté que les substances à faible nombre atomique, c'est-à-dire dont l'atome n'est formé que d'un petit nombre d'électrons, soumises aux radiations solaires, ne produisaient pas d'actions radioactives appréciables, tandis que les corps à nombre atomique élevé, tels que le plomb, l'uranium, le radium, produisaient sous l'action solaire des actions énergiques.

Il constata également en 1907, au laboratoire de Mascart au Collège de France, et signala le fait dans une note de l'*Electricien* (janvier 1907), qu'une radioactivité temporaire prenait naissance dans les corps sous l'action combinée des radiations ultra-violettes ou solaires et d'un champ électrostatique, et que cette action croissait avec le nombre atomique de la substance.

On savait aussi que des radiations de très courte longueur d'onde (rayons X, rayons Gamma du radium), parvenaient à pénétrer plus profondément à l'intérieur de l'atome que l'ultra-violet, en y provoquant des effets de désintégration plus avancés. Beaucoup pensèrent alors que si l'on parvenait à produire des radiations plus courtes et plus pénétrantes que les rayons Gamma, on pourrait atteindre des couches atomiques plus profondes encore, en provoquant des effets de désintégration comparables à ceux de la radioactivité. Mais comme on ne connaissait aucune radiation plus courte que les rayons Gamma et qu'on ne soupçonnait du reste pas encore l'existence des ultra-radiations d'origine extra-terrestre, on abandonna les hypothèses entrevues un instant, et l'on admit que la seule cause probable de la radio-activité résidait dans des chocs électroniques provenant des couches profondes de l'atome. Ces effets ne pouvaient en fait se produire que dans certains corps à nombre atomique élevé, renfermant un grand nombre d'étages d'électrons doués d'une certaine instabilité. Les prévisions de M. Nodon se trouvèrent vérifiées plus tard par Millikan et d'autres physiciens américains, comme on l'a expliqué à plusieurs reprises dans *la Science Moderne*.

GÉOGRAPHIE

Les méfaits du déboisement. — L'Algérie chiffre par millions la dépense que causeront les réparations des désastres dus aux récentes inondations en Oranie. Le Congrès de l'eau, qui s'est réuni pour étudier les causes du fléau, a unanimement proclamé qu'il est dû au déboisement.

Depuis la conquête de l'Algérie, les deux tiers des forêts ont disparu par l'incendie, le défrichement, la négligence ou la sottise des Arabes et des colons.

Tel est le fait, et le gouverneur général M. Bordes n'a point caché qu'il ne fallait plus tarder à pratiquer une vigoureuse politique de reboisement.

En France, dans l'Esterel et dans les Maures, dans les Basses-Alpes et dans le Dauphiné, aux sources de la Seine, de la Loire et de la Garonne, le même problème

Digitized by Google

se pose avec acuité. Des générations devront peiner et dépenser des sommes énormes pour repeupler les surfaces rocheuses dénudées. Il faudra un siècle pour réparer le mal. On peut espérer du moins que le déboisement sera enrayé.

Si riche soit-il en forêts, aucun pays n'a le droit de sacrifier l'arbre à tout jamais, et l'exploitation rationnelle ne doit être qu'un aménagement. Le Canada peut lui aussi tirer une leçon des inondations qui ont ruiné l'Oranie.

GÉNIE CIVIL

Maisons en acier. — Nous avons récemment parlé des maisons métalliques en pièces standard toutes préparées, que la Société des Forges de Strasbourg se propose de vulgariser en France. L'Angleterre possède déjà des maisons en fonte de la firme Thorncliffe. D'autres firmes anglaises semblent être entrées également dans cette voie. La fonte, toutefois, est remplacée par l'acier.

La revue *Maschinenmarkt* nous apporte des détails intéressants sur les maisons que Lord Weir s'efforce de rendre courantes en Ecosse, où la crise de logements sévit avec une acuité toute particulière.

Forcément, les maisons en acier sont conçues selon les usages locaux : pas de caves en sous-sol ; par contre, commodités diverses que ne connaissent pas les habitations à bon marché du continent.

Les maisons en question sont standardisées en quelques types, et font l'objet d'une fabrication en série. Celle-ci n'est rémunératrice que si elle comporte, montage compris, un certain nombre d'unités. Aussi, l'usine n'accepte-t-elle les commandes que par 20 maisons au moins.

Les préparatifs et le montage sont très rapides. Pour un groupe de 100 maisons, la moyenne est de un jour et quart pour chacune. Il existe 4 types à un étage, et autant à deux étages. Ils se caractérisent par le nombre de logements — de 1 à 4 — disposés sous un même toit, chacun de ceux-ci comportant 3 ou 4 pièces et, en outre, une buanderie, une salle de bain, un réduit garde-manger et un réduit à charbon.

Les fondations, en béton, sont recouvertes d'une couche isolante de bitume. Elles sont munies d'encoches et de rainures destinées à recevoir les extrémités des poutrelles des planchers et les éléments inférieurs des murs. Sous les planchers se trouve du gravier damé. Toutefois, le sol de la buanderie est en béton recouvert d'un enduit de ciment.

L'ossature est faite de madriers en pin blanc bien sec et créosoté. La face extérieure des murs est constituée de tôle d'acier, tandis que la face intérieure est faite d'une matière isolante préparée spécialement. Dans la chambre de famille, des planches garnissent les cloisons. Une mince feuille de feutre occupe l'intervalle entre extérieur et intérieur des murs. Le toit est de construction normale. Les gouttières et tuyaux de descente sont en ciment d'asbeste ou en fonte. Les canalisations de gaz et d'eau se font en cuivre ; celles d'évacuation des eaux ménagères sont en fonte. Pour la cheminée et le foyer, on a recours au béton, en ayant soin d'éviter toute fissure. Les planchers, en pin languetté et rainuré, sont faits d'avance par quartiers.

Les maisons sont pourvues de l'installation électrique complète ; le gaz est amené à la salle de bain et à la cuisine. Les raccordements aux réseaux publics d'eau, d'électricité et de gaz sont toutefois à charge du locataire. Des poêles très bien conçus, venus avec la construction, garnissent les diverses pièces. Chacun d'eux se complète d'une chaudière en cuivre pour eau chaude. La salle de bain est complètement aménagée. La cuisine reçoit foyer, évier, chaudron à linge (qui peut être chauffé au charbon ou au gaz), et réservoir à eau froide.

Comme frais d'entretien des maisons, on ne compte que le renouvellement, tous les trois à cinq ans, de la peinture antirouille extérieure.

Le matelas d'air existant dans l'épaisseur des murs donne toute satisfaction, disent les occupants, au point de vue de la siccité intérieure des murs et au point de vue de la température des pièces. Le prix par maison est inférieur à celui de constructions semblables en briques. Un avantage sérieux en outre sera toujours la rapidité d'édification et la possibilité de construire avec de la main-d'œuvre non spécialisée.

(D'après la *Revue belge l'Enseignement technique* de septembre 1927).

Constructions à l'épreuve du feu avec dortoirs au 1er ou 2e étage. — Le conseil municipal de la ville de Québec, à la suite des sinistres répétés dont plusieurs établissements religieux de cette ville ont été les victimes, a décidé d'apporter un changement aux règlements qui régissent la construction. Dorénavant, tous les édifices publics destinés à abriter des enfants, des vieillards ou des infirmes devront être construits en matériaux à l'épreuve du feu ; les dortoirs, dans ces constructions, devront se trouver au premier ou au second étage.

INDUSTRIES AGRICOLES

L'industrie de la laine dans le monde. — La production totale de la laine dans le monde entier a atteint trois milliards de livres anglaises en 1926 ; plus des trois quarts sont employés par six pays seulement, dont la consommation s'est trouvée de 200 millions de livres plus importante qu'en 1925.

Les peaux de lapins dans l'univers; — La Belgique occupe le deuxième rang dans le commerce d'exportation des peaux de lapin. L'Australie tient la tête, avec 48 910 562 peaux. La Belgique vient immédiatement après avec 20 543 625 peaux, pour une valeur de 602 318 500 francs. La France suit avec 13 811 000, puis l'Angleterre avec 13 047 000. Les autres pays d'Europe n'ont que des productions relativement minimes, comme l'Allemagne avec 982 824 peaux.

SOCIOLOGIE

La vie de l'ouvrier américain. — Un ingénieur français, M. Brillié, a rapporté dans *X-Information*, les conclusions d'un voyage d'études aux Etats-Unis. Etant chef des services techniques de la *Soudure autogène française*, il a spécialement suivi les ouvriers de cette profession ; et pour un « manœuvre spécialisé » de cette partie, qui gagne 70 cents l'heure (17 fr. 50) ou un soudeur habile en tous travaux, payé 1 dollar l'heure (25 francs), il dresse le budget suivant :

29,3 p. 100 des salaires passent à la nourriture, 20 p. 100 au logement, tout à fait confortable et hygiénique la plupart du temps; 15 p. 100 aux vêtements : « ils sont du type *standard*, et je crois qu'il est absolument impossible de dire à New-York si, dans le *Subway* (Métropolitain), votre voisin est un millionnaire ou un soudeur en déplacement : car à cause de l'encombrement des rues à New-York, le millionnaire prend le Subway, à

Digitized by Google

classe unique, qui lui fait gagner du temps. » Ce n'est pourtant pas que l'auto soit inutilisée : l'ouvrier aura une Ford neuve pour le prix de 45 journées de travail, une d'occasion pour le salaire de 25 journées seulement. Chez nous, une quatre-places lui coûterait au plus bas mot son gain de toute une année. Ajoutons qu'un bidon d'essence coûte en France ce que rapportent deux à trois heures de travail, et aux Etats-Unis le prix de dix minutes seulement. Ce n'est pas la peine de s'en priver !

5 p. 100 du gain de l'ouvrier passeront sinon en économies proprement dites, du moins en primes d'assurance jouant le même rôle sans les risques de vol, de dévaluation, etc. On a en effet recours aux assurances pour une foule de choses aux Etats-Unis : contre le mauvais temps pendant les vacances, par exemple, ou la défaite du cheval ou du champion pour lequel on a parié. Comme le whisky coûte, en contrebande, 8 dollars le quart, soit 800 francs le litre, les soirées chez le mastroquet sont remplacées par le cinéma : le *Paramount Building* a 130 mètres de haut, renferme 4 000 places, a coûté 550 millions et fait 85 000 dollars de recettes par semaine. Ces distractions et même les places de la salle étant en somme les mêmes pour tout le monde, la lutte de classes ne peut guère être qu'un mot vide de sens dans cet immense phalanstère où le bonheur est standardisé.

***

Il faut dire que, sans dénier le moins du monde un esprit pratique et plus simpliste encore que simplificateur aux neveux de l'Oncle Sam, c'est un pays qui a de la chance : le rapport très remarquable de M. Brillié met en relief d'une façon saisissante les disponibilités et les possibilités de ce demi-continent, qu'une Providence sans doute *made in U. S. A.* a véritablement gâté. Pour une population de 6 p. 100 de celle du monde entier et une superficie de 5,7 p. 100 des continents du globe, les Etats-Unis possèdent 40 p. 100 des chutes d'eau, pétrole, céréales, coton, papier, acier, fonte, cuivre, plomb, et également 39 3. 100 de l'outillage économique mondial : téléphones, télégraphes, automobiles, chemins de fer, machines.

Le prix de la vie, exprimé naturellement en monnaie stable, comparable à elle-même dix années de suite, a passé de 100 (juillet 1914) à 175 environ en 1926, avec un très violent maximum en 1920 (275 pour le vêtement, 220 pour la nourriture). On peut estimer que le confort de l'ouvrier s'est accru de 30 p. 100 en douze ans ; mais le pouvoir d'achat des salaires a atteint son maximum en 1923-24, et serait plutôt actuellement en décroissance. M. Brillié signale enfin que, en vingt ans, le nombre de firmes ayant un capital supérieur à un million de dollars a quadruplé, et que ces maisons produisent exactement les deux tiers (en valeur) des produits manufacturés bien qu'elles ne forment guère plus d'un vingtième des firmes américaines.

Les conditions de la formation d'une élite.— Jamais on n'a tant parlé de la « formation des élites », moins peut-être parce que la guerre a montré de façon éclatante sa nécessité absolue que, sans doute, parce que les hommes politiques qui en discourent désirent laisser entendre aux électeurs possibles de Leurs Seigneuries que ceux-ci sont évidemment tout désignés pour la fournir. Ce qui est parfois vrai, mais dans quelle proportion? M. Le Châtelier, dans une étude parue dans la Revue des Polytechniciens, *X-Information*, fait ressortir quelles sont les qualités indispensables pour qu'un homme soit réellement au-dessus des autres. Puis il en tire la conclusion suivante :

« Supposons qu'un homme sur 10 ait le goût du travail ; 1 homme sur 10, une certaine activité intellectuelle ; 1 homme sur 10, du bon sens et 1 homme sur 10 une bonne instruction. La probabilité pour que ces quatre qualités se rencontrent chez le même individu sera de $\left(\frac{1}{10}\right)^4$, soit de $\frac{1}{10\,000}$. Cela ferait donc, sur 10 000 Français, un seul pouvant appartenir à l'élite. Cela est peu. Pour faire un grand homme, il faut réunir les mêmes qualités avec leur plein épanouissement. Si elles existent à ce degré chez un Français sur 100, la probabilité de leur rencontre dans le même homme sera de un cent-millionième. Cela suffit pour expliquer la rareté des hommes de génie sans aller chercher des raisons dans le domaine du merveilleux. »

Et, parlant des conditions dans lesquelles peuvent se développer au maximum ces qualités, il ajoute :

« Le gros bon sens est souvent un don de nature, mais l'esprit plus délicat de finesse est surtout un résultat de l'éducation. Il est très rare chez les primaires; il se forme par l'éducation classique et surtout par l'éducation familiale. On dit en Angleterre que pour former un gentleman, il faut trente-six ans d'éducation, douze pour le grand-père, douze pour le père et douze pour le fils. Il en va de même de l'esprit de finesse.

« Les plus grands savants : Lavoisier, Pascal, appartenaient à des familles depuis longtemps affinées; leurs succès ont été la résultante des efforts prolongés de leurs ancêtres... »

[Il y a, croyons-nous, quelques réserves à faire sur ce point : Pasteur ou Dupuytren, par exemple, descendaient d'une lignée d'ancêtres de condition très humble, et si l'intelligence et l'esprit de finesse pouvaient à coup sûr être très marqués chez ces aïeux, quelque condition sociale qu'ils occupassent, le travail cérébral ou la formation d'origine scolaire avaient dû y être assez restreints.]

« Les humanités classiques contribuent à développer ce don. La critique littéraire, l'histoire obligent constamment à balancer des points de vue concurrents, à faire la part de chacun d'eux dans les domaines échappant aux mesures précises. L'étude des sciences développe au contraire l'esprit géométrique, c'est-à-dire l'usage du syllogisme, qui est complètement inutile quand il s'agit de comparer des phénomènes qui n'ont pas de commune mesure ou dépendent de simples probabilités. L'habitude exclusive du raisonnement rigoureux et la foi absolue dans ses conclusions sont parfois très dangereuses pour le savant. Elles l'empêchent de se rendre compte de la valeur des hypothèses qu'il forge ou de reconnaître les erreurs que comportent ses expériences. Elles sont non moins dangereuses pour l'industriel, auquel elles donnent une confiance abusive dans les prévisions de bénéfice d'une nouvelle affaire ou d'un nouveau procédé de fabrication. »

ÉCONOMIE POLITIQUE

Le commerce de la France avec ses colonies. — Pendant l'année 1927, la France a fait avec ses colonies et protectorats un trafic s'élevant à 14 milliards 209 millions de francs. Ce chiffre représente un peu plus de 13 p. 100 du commerce total de la Métropole pendant la même période (108 milliards).

Les importations des possessions coloniales de la France se sont élevées à 6 milliards 45 millions.

Les exportations françaises sur ses colonies ont atteint

Digitized by Google

8 milliards 164 millions — soit 2 milliards 119 millions en faveur de la Métropole.

L'Afrique du Nord, à elle seule, a fait avec la mère-patrie 8 milliards 933 millions d'échanges. Elle lui a vendu pour 3 milliards 247 millions et lui a acheté pour 5 milliards 586 millions.

L'Algérie vient toujours en tête. Elle a reçu de la France 3 milliards 928 millions de marchandises et y a exporté 2 milliards 552 millions de produits.

Immédiatement après vient l'Indochine, avec 1 milliard 073 millions d'importations de France et 630 millions d'envois à la métropole.

La troisième place est occupée par l'A. O. F., qui a vendu à la mère patrie pour 844 millions, et à laquelle celle-ci a livré pour 605 millions. On voit que cette colonie fournit plus de matières premières à la France qu'elle ne lui achète de produits fabriqués ; tandis qu'au contraire l'Indochine achète beaucoup plus qu'elle n'expédie, étant un pays fort riche, et malgré la proximité des fournisseurs japonais et américains. On peut affirmer que la France pourrait en tirer un parti beaucoup meilleur; qu'elle n'a dans sa grande colonie asiatique qu'un fournisseur très insuffisant.

Le Maroc suit, avec un trafic de 1 milliard 334 millions, où les achats de la France sont représentés par 389 millions et ses ventes par 945 millions.

Puis vient la Tunisie, dont la France a reçu 406 millions de produits, et à qui celle-ci a vendu des articles divers pour 713 millions.

Enfin Madagascar compte pour 312 millions d'exportations de matières premières en France et pour 340 millions d'importations de fabrications françaises.

Quant aux autres colonies, leur trafic avec la mère-trafic s'est élevé, pendant l'année 1927, à 1 milliard 472 millions.

Le trafic du port autonome de Bordeaux en 1927. — Le mouvement de la navigation au port autonome de Bordeaux a atteint en 1927 un maximum d'activité, le tonnage de jauge nette ayant dépassé de 255 846 tonneaux le chiffre le plus élevé des vingt dernières années considérées (celui de 1925). Voici d'ailleurs comment s'établit la comparaison avec les deux années précédentes, et aussi avec 1913, en ce qui concerne les entrées et sorties de navires :

	Nombre de navires.	Jauge nette.
1913.....	5.010	5.074.959
1925.....	5.490	7.567.459
1926.....	4.713	6.829.258
1927.....	5.621	7.823.305

Pour ce qui est du trafic des marchandises, le tonnage enregistré en 1927 est également des plus satisfaisants, surtout si l'on tient compte de ce fait que les expéditions de poteaux de mine ont été sérieusement affectées par la situation défavorable du marché des charbons en Angleterre, entraînant ainsi une fâcheuse répercussion sur le trafic de Bordeaux, grand port d'exportation de ces bois sur le pays de Galles.

Les importations de 1927 ont été supérieures à celles de 1913, comme celles des deux avant-dernières années. Et si l'on rapproche, pour l'ensemble du trafic, le tonnage de l'année écoulée de celui de 1925, l'on peut remarquer que la faible diminution de 56 707 tonnes (seulement 1 p. 100 environ) est très sensiblement inférieure à la régression des sorties de poteaux (— 199 071 tonnes).

Le trafic des bois coloniaux accuse une progression constante et très marquée, se chiffrant par 140 p. 100 entre 1925 et 1927, et cela bien que le port autonome de Bordeaux ne dispose pas encore des diverses installations spécialisées en cours de réalisation.

A noter également, entre autres, un accroissement continu des réceptions de produits pétroliers (en augmentation de 18 p. 100 en 1927 par rapport à 1925), ainsi que des arrivages d'arachides, de bananes, de morues.

Le tonneau des céréales arrivées dans le port en 1927 dépasse aussi, notablement, celui enregistré au cours des deux années précédentes ainsi qu'en 1913. Quant aux importations de charbons, elles ont atteint, l'année passée, un chiffre sensiblement égal à celui de 1925 (la différence n'étant que de 141 tonnes en moins) ; cela grâce aux tonnages exceptionnellement élevés du début de l'année.

Le trafic du port autonome du Havre en 1927. — D'après les chiffres communiqués au Conseil d'administration du Port autonome du Havre, le mouvement du port en 1927 a atteint les résultats suivants :

Mouvement de la navigation en tonneaux de jauge nette :

Années.	Tonnage à l'entrée.	Tonnage à la sortie.	Tonnage. (Entrées et sorties.) réunies.
1926 ... Tx.	7 754 748	7 783 060	15 537 808
1927	8 248 138	8 463 308	16 711 446

d'où une augmentation pour 1927 de 1 713 638 tonneaux de jauge nette.

Poids des marchandises en tonnes de 1 000 kilos (chiffres provisoires) :

Années.	Poids à l'entrée.	Poids à la sortie.	Poids. (Entrées et sorties réunies.)
1926 .... Tx.	3 035 109	1 524 163	4 559 272
1927	3 406 846	1 451 928	4 858 774

d'où une augmentation pour 1927, de 299 502 tonnes (de 1 000 kilos).

Les bizarreries de l'impôt. — La critique de la fiscalité excessive sous le poids de laquelle sont écrasées les valeurs mobilières n'est plus à faire.

Dernièrement M. Georges Bonnet dans les déclarations qu'il a faites à la Chambre lors du récent débat financier, a relevé ainsi certains abus particulièrement criants du régime fiscal appliqué aux valeurs mobilières. (Chambre, deuxième séance du 7 février, *J. O.* du 8, débats parlementaires, page 474).

« En ce qui concerne l'impôt sur les valeurs mobilières, dont on a assez peu parlé, je veux citer un seul exemple. Un contribuable qui a 100 000 francs de rentes, selon qu'il touche des coupons de la rente 4 p. 100, ou de la rente 3 p. 100, ou des actions de chemins de fer, ou des actions industrielles de certaines sociétés, paiera : dans un cas, rien ; dans l'autre 6 000 francs ; dans l'autre 39 000 francs ; dans le dernier, près de 90 000 francs.

« Il suffit d'indiquer ces chiffres pour montrer à quel point notre fiscalité a besoin de retouches. »

Digitized by Google

Une ville dans une seule maison. — L'*Equitable Building* de New-York, qui a 37 étages, constitue à lui seul une ville, comme le prouvent les chiffres suivants :

Ses habitants réguliers sont au nombre de 12 000, et toutes les vingt-quatre heures un total de 127 000 personnes y entrent ou en sortent.

Le transport de 92 000 habitants ou visiteurs est assuré par 63 ascenseurs, qui franchissent en une année une distance totale de plus de 420 000 kilomètres

L'*Equitable Building* occupe 26 millions de pieds cubes. Il contient 5 000 fenêtres et 10 000 portes et l'éclairage est assuré par 15 000 lampes.

Le courrier quotidien comporte 63 000 lettres et colis à l'arrivée et 88 000 au départ.

CHIMIE ET MÉTALLURGIE

Le traitement du bois par le soufre fondu. — Il y a relativement peu de temps que des essais ont été entrepris pour traiter le bois par du soufre fondu ; les résultats ont été concluants, car l'absorption de soufre fondu préserve le bois, comme la créosote, mais en outre le durcit, augmente sa résistance, et lui permet de résister aux acides.

Pratiquement, tous les bois peuvent être imprégnés par immersion dans du soufre fondu par traitement dans une cuve ouverte, la quantité de soufre absorbée variant suivant les espèces : l'emploi du vide ou de la pression accélère le traitement, mais assez souvent la quantité de soufre absorbée est à peine supérieure par l'un de ces procédés, et la différence ne justifie pas la dépense d'installation.

Le bois est maintenu à l'intérieur du bain de soufre, porté de 140 à 150°, pendant les six premières heures, jusqu'à ce que toute humidité ait disparu, puis entre 120 et 125° pour la fin du traitement, généralement quatre ou cinq heures. Le degré d'imprégnation est mis en évidence par la flottabilité du bois dans le bain de soufre. Il est recommandé de traiter du bois sec, car la présence d'humidité gêne la pénétration du soufre, et même l'empêcherait complètement s'il y avait excès d'humidité. La quantité de soufre absorbée varie dans de très grandes proportions : le chêne rouge absorbe 40 p. 100 de son poids, le cyprès 50 p. 100, le pin 75 p. 100, le peuplier 76 p. 100.

Le bois imprégné de soufre a une résistance plus élevée ; aussi pour la résistance à la compression, la charge maximum supportée par le pin passe de 250 kilos à 400 kilos au centimètre carré ; et au point de vue dureté, le traitement au soufre triple la résistance du sapin noir du Canada.

L'effet du traitement par le soufre est différent de celui obtenu par l'imprégnation de créosote ou de sels métalliques, car le soufre reprend dans le bois sa forme cristalline, ferme les pores et ne peut s'échapper aux températures ordinaires. Bien qu'il ne soit pas toxique, le soufre préserve néanmoins le bois, car il empêche l'entrée et l'action de la plupart des agents de destruction.

De nombreuses applications se présentent pour le bois imprégné de soufre, grâce à sa dureté et à sa résistance, en particulier pour les traverses de chemin de fer, les rais des roues d'automobiles ou autres, les poteaux, les manches d'outils, le pavage, etc.

(D'après le *Génie Civil.*)

La production mondiale du zinc. — La production du zinc est représentée pour l'année 1927 par les chiffres suivants répartis par pays producteurs :

	Tonnes.
Etats-Unis	613 548
Belgique	222 684
Silésie	143 856
Allemagne	92 705
France	91 105
Canada	73 527
Grande-Bretagne	56 193
Australie	55 307
Pays-Bas	28 874
Pologne	22 452
Espagne	18 346
Mexique	7 500
Autres pays	52 000
Total	1 478 1000

La production de 1927 constitue un record.

PHYSIOLOGIE

L'attention journalière des écoliers. — Des pédagogues ont cherché à déterminer quels étaient les jours, voire les heures, où les élèves se montraient le plus facilement attentifs en classe. Voici les résultats de l'enquête :

Le mardi, toute la journée, a le record. Heureux professeurs auxquels l'horaire assigne une classe ce bienheureux jour !

Viennent ensuite, par ordre décroissant, le vendredi soir et le samedi matin, et le mercredi matin suivi du lundi soir ; puis le vendredi et le lundi matins ; enfin le mercredi et le samedi soirs.

Du jeudi et du dimanche on ne parle naturellement pas, mais les demi-journées qui les précèdent ou les suivent sont les plus dures pour... les professeurs ; comme il fallait s'y attendre, les congés sont la cause de tout le mal !

On s'est demandé aussi quelles étaient les matières d'enseignement qui réclamaient le plus d'attention, et on a trouvé, aux deux extrêmes, en haut les mathématiques et en bas le dessin, lequel n'en réclame qu'un minimum ! Ce qui expliquerait pourquoi les élèves surpris à faire des caricatures en classe n'hésitent pas à soutenir qu'ils « suivaient » parfaitement.

Mais aussitôt après les mathématiques, on trouve... la gymnastique ! Chacun sait pourtant que les succès en cette matière sont habituellement en raison inverse des succès intellectuels et que le même élève rapporte rarement de la distribution des prix celui de version latine en même temps que celui de saut à la perche !

Evidemment, il y a attention et attention !

Digitized by Google

CHRONIQUE DU MONDE SCIENTIFIQUE ET UNIVERSITAIRE

Au Conservatoire des Arts et Métiers. — Des conférences d'actualités scientifiques et industrielles auront lieu au Conservatoire national des Arts et Métiers (amphithéâtre C) à 17 h. 30, à partir du mardi 17 avril 1928.

Ces conférences sont publiques et traiteront de la physique moderne (14, du 17 avril au 15 mai), des applications de l'électricité (6, du 30 mai au 11 juin), de la chimie moderne des colloïdes (5, par M. Paul Bary, du 16 au 25 mai) et de l'industrie sucrière (6, par M. Saillard, du 22 mai au 7 juin).

Parmi les conférenciers de physique et d'électricité, citons les noms de MM. Bloch, Dunoyer, Camichel, Toussaint, Charbonnier, Idrac, Maurain, Montoriol, P. Weiss, etc.

Le Congrès international de la Tourbe se tiendra du 8 au 12 juillet à Laon sous la présidence de M. Dumanois, directeur des Services techniques de l'Office international des combustibles liquides. Il recevra le 10 juillet la visite du 3e Rallye des Carburants nationaux organisé par l'Automobile-Club de France, et qui a pour but de mettre en évidence de nouveaux gazogènes ou carburants. Cette journée sera entièrement consacrée aux carburants de remplacement qui intéressent tous les pays même ceux qui produisent du pétrole.

Le secrétariat du Congrès international de la tourbe est établi à l'Office national des combustibles liquides, 85, boulevard de Montparnasse, Paris (VIe).

L'attribution du titre d'ingénieur des eaux et forêts. — Par décret du 12 février 1928, les élèves réguliers de l'École nationale des eaux et forêts, qui auront satisfait aux examens de sortie de cette école, recevront un diplôme leur conférant le titre d'ingénieur des eaux et forêts (art. 1er).

Les élèves libres, français et étrangers, qui auront satisfait aux conditions de scolarité imposées aux élèves réguliers et qui auront subi avec succès les mêmes examens et les mêmes épreuves que ces derniers, recevront un diplôme qui leur conférera le titre d'ingénieur civil des eaux et forêts (art. 2).

Le bénéfice des dispositions de l'article premier du décret est accordé aux élèves réguliers qui sont déjà sortis de l'École nationale des eaux et forêts. Le bénéfice des dispositions de l'article 2 pourra être accordé, sur la demande des intéressés et sur la proposition du directeur de l'École nationale des eaux et forêts, après avis du Conseil d'administration des eaux et forêts, aux élèves libres français et étrangers déjà sortis de l'école nationale des eaux et forêts.

2e Exposition du chauffage industriel. — *Chaleur et Industrie* annonce qu'à l'occasion du 2e Congrès du Chauffage industriel et suivant le mode adopté en 1923, une exposition aura lieu du 23 juin au 8 juillet 1928.

Cette 2e exposition du chauffage industriel se tiendra au Parc des Expositions de la Ville de Paris, partie dans des halls, partie sur des emplacements en plein air où pourront être exposés des objets en activité (foyers et appareils en fonctionnement, mécanismes actionnés par l'électricité).

Les exposants pourront être français ou étrangers.

Les objets exposés se rapporteront à la préparation et à l'élaboration des combustibles solides, liquides ou gazeux, à l'utilisation de la chaleur, à la conservation de la chaleur, au contrôle de la chauffe, à l'utilisation de la vapeur et à la technique de la chauffe, le tout dans l'ordre des applications industrielles.

Cette exposition, s'étendant à tous les domaines du chauffage industriel, sera beaucoup plus importante que celle de 1923 ; elle constituera en réalité la revision complète des perfectionnements apportés depuis cinq ans au matériel de l'industrie thermique.

Toutes les demandes de renseignements doivent être adressées au commissaire général, M. Charles Compère, administrateur-délégué-directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, 66, rue de Rome, Paris (VIIIe).

Le 52e Congrès annuel *de l'Association française pour l'avancement des sciences* aura lieu à la Rochelle du 23 au 28 juillet prochain. Son but est de faire connaître les conquêtes de la science, de stimuler le zèle des chercheurs et de coordonner leurs efforts. Plusieurs nations enverront des délégués à ce Congrès.

L'industrie belge. Une documentation utile. — *Les Industries de Belgique*, qui est une encyclopédie illustrée de l'industrie belge, a pour but de faire mieux connaître dans les pays étrangers l'importance et le développement acquis ces dernières années par les principaux établissements industriels belges. Elle se composera, une fois terminée, d'une douzaine de volumes qui traiteront de la grosse métallurgie, de la petite métallurgie, de l'industrie textile, de l'industrie du cuir, de l'industrie de la construction, de celle des produits chimiques, de l'alimentation, des industries d'art, de celles du verre, de la porcelaine et de la faïence, etc.

Les premier volume décrivant les principales usines de la grosse métallurgie vient de paraître ; il donne les renseignements les plus utiles et est émaillé de nombreux et intéressants clichés photographiques.

Cette encyclopédie illustrée est distribuée gratuitement — contre remboursement des frais de port seulement — aux principaux organismes industriels, commerciaux, bibliothèques, musées, chambres et bourses de Commerce, sociétés d'ingénieurs, groupements industriels, etc. Les particuliers qui désireraient avoir cet ouvrage pour leur documentation personnelle et qui en feront la demande à M. L. Rozez, éditeur, 180, boulevard du Jubilé à Bruxelles, pourront se le procurer au prix de 9 belgas.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

Comme dans la province de Québec. — La Société de tempérance de l'Eglise épiscopale, ayant organisé parmi les membres du clergé de cette église dans tous les Etats de l'Union américaine, un referendum sur le maintien de la prohibition, 2980 clergymen ont répondu : 1399 d'entre eux sont en faveur d'un système de régie *comme dans la province de Québec* ; 908 ont demandé l'abolition pure et simple de la prohibition et 673 seulement se sont prononcés en faveur du *statu quo*.

Les automobiles dans le Québec. — D'après les dernières statistiques officielles, il y avait au 1er janvier de cette année dans la province de Québec 128 104 véhicules à moteur, dont 107 680 voitures, 18 208 camions et autobus et 2 217 motocyclettes. La ville de Montréal entre dans le grand total pour 52 000 véhicules.

Trois milliards et demi de francs en cinq ans. — Au cours des cinq dernières années, le Canadian Pacific a dépensé au Canada un capital de plus de 3 milliards et demi de francs et construit environ 1 500 kilomètres de voies ferrées.

Institut scientifique franco-canadien. — M. Ribaud, professeur de physique à l'Université de Strasbourg, a commencé ses cours à Montréal. Il a été présenté par M. L.-J. Dalbis, président de l'Institut. Un dîner lui a été offert au Cercle Universitaire. Les cours ont lieu à l'Université de Montréal et à l'Ecole Polytechnique. Fin mars, M. Ribaud ira parler à l'Université de Québec et puis à celle de Toronto.

Une augmentation de 900 000 dans la population de la province de Québec en vingt ans. — Le tableau suivant indique l'augmentation de la population de la province de Québec de 1905 à 1925 :

1905	1 775 000
1910	1 966 000
1915	2 141 000
1920	2 322 000
1925	2 645 000

Soit près de 900 000 habitants en vingt ans.

Comme la province française de Québec ne reçoit aucun appoint du mouvement d'émigration — les émigrants étant poussés systématiquement vers les provinces occidentales — il s'ensuit qu'il faut attribuer cette augmentation de près de 900 000 exclusivement à la fécondité de la race canadienne-française.

Progrès significatifs. — Durant les douze dernières années le total des sommes déposées dans les banques du Canada a augmenté de $ 600 000 000.

Quatre-vingt pour cent des titres représentant les emprunts de guerre du Canada sont actuellement dans les portefeuilles des Canadiens alors qu'en 1915 la totalité de ces emprunts avait été placée en dehors du pays.

Les assurances contractées au Canada s'élevaient, au 1er janvier 1927, à un total de 1 milliard de dollars.

Un surplus de 2 millions de dollars. — L'Hon. M. Nicol, ministre des Finances, a déposé son budget devant le Parlement de Québec. Pour l'exercice écoulé, les recettes se chiffrent par $ 30 924 997 et les dépenses par $ 28 879 943, soit un excédent de recettes de $ 2045 054.

Le Canada arrive premier pour la proportion des exportations par tête d'habitant. — D'après les chiffres approximatifs du commerce extérieur pour l'exercice 1927 publiés pour la France, la Belgique et la Grande-Bretagne, et les chiffres officiels déjà publiés pour le Canada, il est intéressant d'établir la proportion des importations et des exportations de chacun de ces pays par tête d'habitant. Les tableaux suivants donnent en francs belges la comparaison entre les quatre pays :

Exportations.

Canada	4 513 fr.
Belgique	3 278 —
Grande-Bretagne	2 822 —
France	1 921 —

Importations.

Grande-Bretagne	4 871 fr
Belgique	3 580 —
Canada	3 100 —
France	1 875 —

Les forces hydrauliques au Canada. La province de Québec en tête. — La province de Québec possède sur son territoire suffisamment de forces hydrauliques pour lui permettre de développer 11 640 052 CV ; la province d'Ontario pourrait produire 6 808 190 CV ; le Manitoba 5 769 400 ; la Colombie-Britannique 5 103 400 CV. Le Québec est donc la plus riche de toutes les provinces canadiennes en forces hydrauliques ; il ne développe cependant jusqu'à présent, que 1 915 443 CV, soit 20 p. 100 de ses possibilités.

Le miel canadien. — La récolte totale de miel dans la province de Québec, pour l'exercice 1926-27, a été de 4 225 000 livres représentant une valeur d'au delà de $ 600 000. Au printemps dernier, 7 888 apiculteurs possédaient environ 102 000 colonies d'abeilles.

Les expériences d'un médecin canadien. La mortalité causée par les épidémies de choléra est abaissée de 62 p. 100 à 8 p. 100. — Le gouvernement britannique, désirant diminuer l'intensité des épidémies de choléra aux Indes, avait chargé un médecin canadien, le Dr Félix d'Hérelle, d'en rechercher les moyens.

On connaissait à Londres, depuis longtemps, les travaux de cet éminent médecin et, notamment, à l'époque où il était chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, sa découverte du bactériophage, communiquée, en 1917, à l'Académie des sciences. Le bactériophage, on le sait donc, est un être vivant qui se trouve spontanément dans l'organisme ou y est artificiellement introduit et qui, se nourrissant de matière vivante, absorbe les bactéries pathogènes. Plus ou moins actif suivant les individus, le bactériophage peut voir son action développée par des cultures appropriées.

Les résultats obtenus, grâce au bactériophage révélé

Digitized by Google

par d'Hérelle, ont, au cours de cette dernière mission, dépassé tout ce qu'on pouvait espérer.

La mortalité par le choléra a été abaissée de 62 p. 100 à 8 p. 100. Les épidémies ont été jugulées avec une rapidité déconcertante.

Le *Siècle médical* signale, avec les plus grands éloges, les résultats extraordinaires de la mission du Dr d'Hérelle.

Les Canadiens et nous. — Nous avons reproduit dans le dernier numéro de la *Science Moderne*, la question « Le vieux monde s'intéresse-t-il au Canada? » que se posait un aimable correspondant qui signait : « Un vieux Canadien ». « En France, ajoutait-il, on aime beaucoup notre pays ; personne n'y contredira ; mais ce sentiment se traduit exclusivement par des évocations attendries et quelques couplets lyriques sur le prodige de notre survivance. » Cela est vrai, mais ces mêmes couplets n'ont-ils pas bercé l'âme de nos frères transatlantiques, et faisons-nous autre chose que de reprendre, peut-être avec trop de complaisance, un thème qui les a séduits? Il est, d'ailleurs, tout à fait légitime que cette survivance française sur le Saint-Laurent soit pour nous un des faits sociaux les plus émouvants.

Où notre critique a parfaitement raison, c'est quand il reproche à la presse française de ne pas tenir le public suffisamment au courant de l'évolution économique et politique du Canada. Il n'est pas de pays dont les progrès soient plus prodigieux si l'on tient compte de la faible densité de la population.

Il n'en est pas non plus dont le développement politique offre plus d'intérêt. Le grand succès du train-exposition canadien, qui parcourut la France il y a quelques années, a été une révélation pour le grand public. Celui-ci serait heureux d'être tenu au courant de tout ce qui se fait et de tout ce qui se passe au Canada.

Une objection se présente toutefois à la thèse de notre confrère. La presse anglaise, dit-il, est fort bien renseignée sur la vie canadienne. Cela est vrai. Mais, elle l'est en partie grâce aux Canadiens d'Ontario et des provinces anglaises. Pourquoi la presse française ne trouve-t-elle pas de correspondants compétents et nombreux parmi les Canadiens-Français? Une correspondance bien faite serait probablement très bien accueillie par nos grands quotidiens et par nos revues. Si un Français, M. Forbin, dont le nom, on peut bien le dire sans le froisser, ne s'imposait pas à la rédaction de la *Revue des Deux Mondes*, a pu y publier trois grands articles sur son voyage dans l'Ouest, cela ne prouve-t-il pas que la plus importante de nos revues a saisi l'occasion qui s'offrait de renseigner ses lecteurs sur la vie dans la prairie canadienne?

Des reproches que nous adressait notre correspondant et qu'à notre avis nous ne méritons pas complètement, il faut retenir ce fait que l'heure est venue où la France se doit à elle-même de suivre de plus près et pour ainsi dire au jour le jour ce qui se passe au Canada parce que ce pays est celui qui, au monde, a les plus belles promesses d'avenir et parce que les hommes de notre race collaborent en grand nombre à son développement. Une ère nouvelle doit s'ouvrir dans les rapports établis entre les deux pays, et c'est bien ce que leurs deux gouvernements ont compris en décidant d'instituer des relations diplomatiques directes entre eux. Cette importante mesure politique a pour signification de créer un contact permanent entre les deux peuples et de donner à la France un lien de plus avec les nations de l'Empire britannique.

(De *Paris-Canada*, sous la signature M. G.)

L'Université de Montréal : l'appui du Gouvernement aidera cet établissement. — L'Université de Montréal désire entreprendre, sur les terrains qui lui ont été concédés par la municipalité, la construction d'un vaste immeuble et de pavillons où elle réunira ses diverses Facultés et concentrera son œuvre. Il lui faut pour commencer une dizaine ou une quinzaine de millions de dollars. Elle a demandé au gouvernement de Québec un large concours en raison de la tâche qu'elle poursuit dans l'intérêt de la race canadienne-française.

L'Hon. M. Taschereau, premier ministre, dans un discours qu'il prononçait récemment à Montréal, faisait à ce sujet la déclaration suivante :

« Au point de vue canadien-français, le gouvernement comprend qu'il a une mission à remplir dans le domaine intellectuel : doter Montréal d'une grande et belle Université. Notre avenir dépend de l'éducation que recevra notre jeunesse. C'est une excellente chose de développer nos richesses naturelles. Il est bon, quand ce ne serait que pour l'effet moral, que nous rivalisions avec nos voisins dans ce domaine, que nous nous développions en même temps qu'eux et que même nous les dépassions. Mais les Canadiens-Français ont une mission à accomplir sur ce continent. Nous avons résisté dans le passé à toutes les influences liguées contre nous. Lors de la cession du Canada à l'Angleterre nous n'étions qu'une poignée et nous aurions pu être absorbés ; mais nous avons survécu. Il est clair que nous avons une mission providentielle à accomplir sur ce petit coin et pour cela il nous faut une élite intellectuelle. C'est l'Université qui la formera et il convient que les Canadiens-Français aient une Université dans leur plus grande agglomération.

« Cela ne peut être accompli, cependant, sans consentir de grands sacrifices, des sacrifices plus considérables qu'on ne se l'imagine. Une partie de la population devra peut-être renoncer pendant un certain temps à des choses qu'elle attend. Mais nous nous devons d'avoir d'abord une grande Université. C'est en formant une élite supérieure que nous aurons parmi nous toutes les compétences qui sont nécessaires à notre progrès et à la poursuite de nos aspirations. La population de la province de Québec doit se ranger nettement avec le gouvernement afin d'assurer le succès et l'aboutissement d'une entreprise aussi patriotique. »

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

LES APPLICATIONS DES TRIODES HORS LA T. S. F.

La lampe triode, qui a permis le formidable développement de la radiotélégraphie et la possibilité de la radiotéléphonie, a aussi permis de modifier et perfectionner certaines techniques en dehors du domaine de la T. S. F., et aussi d'en créer de nouvelles. C'est généralement par l'emploi de la lampe en amplificateur que ces techniques se sont développées.

Parmi les plus anciennes nous pouvons citer, pendant la guerre, l'écoute des conversations ennemies, obtenue tout simplement en plantant deux prises de terre à une distance assez grande (au moins 50 mètres) et intercalant entre ces deux prises de terre un circuit comprenant un amplificateur à plusieurs étages et un téléphone. Les courants téléphoniques dont le retour se fait par la terre (installations à un fil), ainsi que les dérivations à la terre des courants des lignes doubles, très mal isolées, sont ainsi captées, et l'on entend au téléphone un bruit confus dominé par une ou plusieurs conversations plus ou moins intelligibles. Quoi qu'il en soit, ce procédé imparfait a rendu bien des services pendant la guerre. Une autre application de guerre de l'amplificateur est la T. P. S. ou télégraphie par le sol. Le procédé, extrêmement simple, consiste, à l'émission, à intercaler entre deux prises de terre distantes de 50 mètres minimum un vibreur électromécanique assez puissant. La réception se fait par le procédé d'écoute décrit ci-dessus, en ayant soin de monter bien parallèlement les deux bases de prises de terre.

Une autre application très utile en téléphonie par fils est celle des répéteurs ou relais téléphoniques. Un répéteur se compose d'un double amplificateur et de transformateurs permettant la conservation dans les deux sens de la ligne. Intercalés entre les diverses sections d'une ligne téléphonique ils permettent de téléphoner à des distances considérables et, chose plus intéressante, d'employer sur les grandes distances les câbles sous plomb. Très développées aux États-Unis, les lignes à répéteurs ont fait timidement leur apparition en France, où quelques lignes à grand trafic (Paris-Strasbourg, Paris-Bruxelles, Paris-Marseille), viennent d'être équipées en câbles avec répéteurs (1).

Nous avons vu dans notre précédente chronique l'application inattendue d'un poste émetteur utilisé comme instrument de musique.

***

L'application toute récente de l'amplificateur à l'enregistrement des disques de phonographes a amené ceux-ci à un rare degré de perfection, à tel point que les musiciens eux-mêmes sont enchantés des résultats obtenus, suppression du nasillement, grand volume de son, nuances exactement rendues, chaque instrument conservant son volume et son timbre sans déformation. Bien que nous ne connaissions pas le procédé employé, nous pensons que les sons sont émis devant un microphone, amplifiés et enregistrés par un reproducteur électro-mécanique analogue à ceux des haut-parleurs.

(1) Nous avons traité cette question des répéteurs dans le numéro de mai 1925 de *la Science Moderne* sous le titre : a Téléphonie à grande distance.

S'il existe l'enregistrement électrique, il y a aussi la reproduction électrique des disques, et cette application intéresse plus directement l'amateur de phonographe puisqu'il a les appareils entre les mains et est chargé du soin de les faire fonctionner. Les résultats obtenus avec de bons appareils sont suprenants. Du fait que l'on ne demande pas au disque phonographique le maximum de travail sur le reproducteur, on évite les nasillements et surtout les vibrations intempestives que donnent cer-

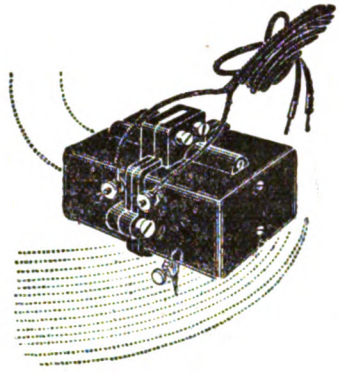


Fig. 1. — Reproducteur magnétique Pick-Up.

taines notes aiguës. Si l'amplificateur n'a pas de distorsion et que le haut-parleur soit de bonne qualité, on a un grand volume de son, sans nasillement, sans vibrations, avec toutes les nuances.

Pour un amateur de T. S. F., qui possède déjà les éléments principaux, amplificateur BF et haut-parleur, une telle installation est simple et facile à réaliser.

La pièce principale est le *reproducteur électromagnétique* dont on trouve plusieurs modèles dans le commerce sous le nom anglo-américain de *pick-up* (fig. 1). Il se compose d'un bobinage électro-magnétique à fer feuilleté analogue aux bobinages des écouteurs téléphoniques, devant lequel une membrane magnétique, ou une lame vibrante se meut, actionnée par une partie mécanique construite comme celle du reproducteur phonographique, c'est une sorte de levier rigide, articulé en un point, dont l'une des extrémités est fixée à la membrane magnétique et l'autre porte l'aiguille ou le saphir se déplaçant dans les sillons du disque. C'est, en somme, un écouteur téléphonique dont la membrane est actionnée mécaniquement par le disque au moyen de l'aiguille. Les vibrations de la membrane induisent dans l'enroulement électromagnétique des courants variables dont l'amplitude est proportionnelle à celle de la membrane. C'est le principe du téléphone de Bell et de certains microphones modernes. Le courant faible ainsi obtenu est amplifié dans un amplificateur à deux étages basse fréquence du type classique à transformateurs, puis reçu au haut-parleur (fig. 2).

Quelques précautions sont à observer dans les détails de ce montage :

1° Le transformateur d'entrée devra être à grand rapport, en raison de la faiblesse d'amplitude des courants produits par le pick-up. Ce rapport dépend un peu de celui-ci; on peut le choisir entre 1/6 et 1/10, rapports non

Digitized by Google

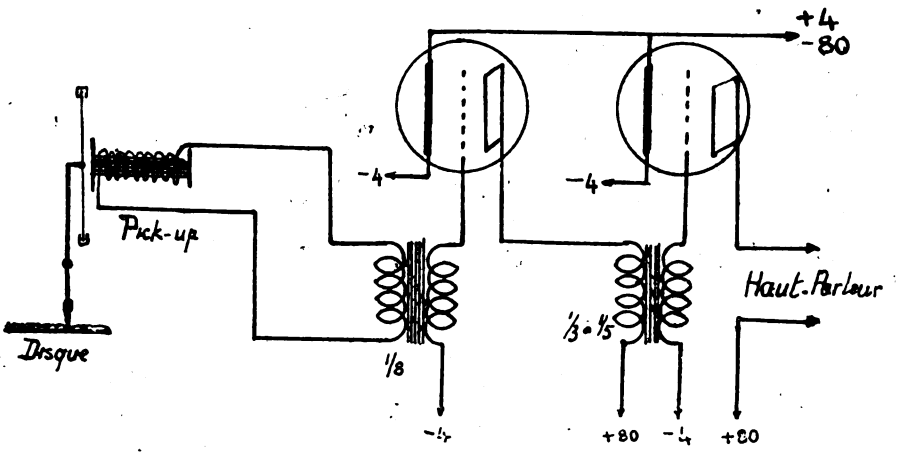


Fig. 2.

utilisés en T. S. F. Le deuxième transformateur sera normal ;

2° Ces transformateurs devront être d'un type moderne, à gros volume de fer et très grand nombre de tours avec coefficient d'amplification à peu près constant sur la plus grande partie de l'échelle musicale. Ces qualités sont d'ailleurs indispensables dans l'application de la téléphonie sans fil ;

3° Le deuxième étage sera à lampe de puissance, comme c'est d'ailleurs la règle en T. S. F. ;

4° Il se peut que l'installation ainsi faite donne un volume de son trop considérable. On essaiera d'utiliser un seul étage, mais cela peut être insuffisant. On peut introduire un élément de réglage qui consiste en une résis-

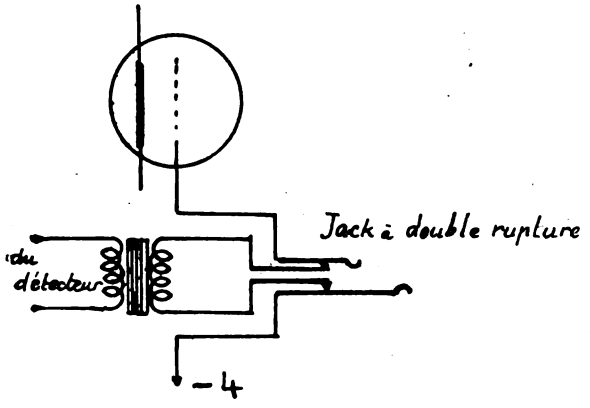


Fig. 3.

tance variable de quelques milliers à 500 000 ohms, intercalée entre la grille de la première lampe et le — 4. Cette résistance existe dans le commerce et sert au shuntage du condensateur dans le montage en détectrice. On aura ainsi la possibilité de disposer à son gré du volume de son et l'adapter aux dimensions de la pièce où l'on se trouve.

Pour le sans-filiste l'amplificateur n'a pas besoin d'être séparé de son appareil de réception ; il lui suffira d'apporter une modification légère au poste et d'introduire un jack à double rupture dans le circuit de grille du premier étage basse fréquence, suivant figure 3 ; la fiche sera reliée aux deux bornes du secondaire du transformateur spécial, rapport 1/8, qui sera indépendant du poste.

Cette installation permettra à un amateur au cours d'une réception radiophonique de passer au phonographe, pendant les interruptions, ou si celle-là ne l'intéresse pas et d'attendre agréablement la suite intéressante du programme. Il pourra ainsi avoir un concert sans interruption et passer sur les émissions ennuyeuses, qui hélas ! ne sont pas rares.

***

Nous avons passé en revue les principales applications de la lampe triode, à côté de la T. S. F. Il en existe d'autres, mais applicables à des cas très spéciaux, et nous nous apercevons, en terminant cette étude, que nous avons oublié la plus simple, celle de l'installation de haut-parleurs pour haranguer les foules et qui est entrée dans la pratique courante, puisqu'on l'a vue même à Notre-Dame, lors de certaines prédications célèbres.

Ainsi le domaine de la lampe triode est vaste et ce relais merveilleux nous donnera certainement beaucoup d'autres applications.

UN STATUT PROVISOIRE DE LA RADIODIFFUSION

Nos lecteurs savent combien l'existence des postes émetteurs de radiodiffusion est précaire, puisque, d'après le statut en cours, ils ne sont autorisés que provisoirement et peuvent disparaître ou passer à l'État suivant le bon vouloir de celui-ci. Encore ce statut permettait-il aux postes de vivoter et de nous donner l'ensemble de programmes que chacun a su apprécier.

Or voici que spontanément, sans aucune raison apparente, le gouvernement, au milieu d'une discussion de crédits supplémentaires n'ayant aucun rapport avec la radio, introduit une nouvelle loi sur la radiodiffusion, et quelle loi ! la voici :

Provisoirement, et jusqu'à ce qu'intervienne une loi organique sur le régime de la radiodiffusion, le ministre chargé des P. T. T. pourra autoriser l'exploitation, à titre temporaire, aux conditions prévues dans les autorisations antérieurement délivrées, des postes de radiodiffusion fonctionnant au 31 décembre 1927 et sans qu'il soit permis d'en modifier les caractéristiques.

Les postes créés depuis le 1er janvier 1928, ou qui n'auront pas été autorisés, seront fermés dans le mois qui suivra la promulgation de la présente loi.

Les postes transformés depuis le 1er janvier 1928

Digitized by Google

devront être ramenés à leurs caractéristiques antérieures dans le même délai.

L'installation de postes nouveaux est et demeure interdite.

Donc, défense à la radiodiffusion de se développer: nous sommes déjà très en retard sur nos voisins quant au nombre et à la portée de ces postes, tant pis pour l'industrie radiophonique et la renommée française; mais ce qui est inouï c'est l'interdiction d'apporter des modifications ou perfectionnements aux postes existants. Chacun sait que la radio est en perpétuelle évolution et que de mois en mois elle fait des progrès rapides. Défense aux Français d'appliquer ces perfectionnements, ce qui aura pour conséquence de supprimer l'esprit de recherche de nos éminents techniciens, qui ont tant fait pendant la guerre, et de réduire la radio française à une pauvre petite chose qui finira par mourir lentement de vieillesse.

Quant aux raisons de cette haine du gouvernement envers la radiodiffusion nous ne les connaissons guère : elles sont, paraît-il, de pure politique intérieure; et cette urgence à renforcer les mesures draconiennes prises contre la radio aurait, paraît-il, pour cause les élections !

On sait depuis longtemps que le désir du gouvernement est de monopoliser la radio, sous la haute direction de l'administration des P. T. T. ; mais comme celle-ci n'est pas encore capable de gérer ce monopole (voyez d'ailleurs les téléphones et le poste d'émission des P. T. T.), on élabore un statut provisoire avec lequel rien ne peut se développer, et l'on renforce les défenses à l'occasion d'un événement politique important, afin d'éviter que les adversaires du gouvernement actuel utilisent la radiodiffusion pour leur propagande électorale.

A. LECLERC,
Ingénieur E. P. C. I.

CHRONIQUE DES LIVRES

R. BARDIN, directeur de l'Ecole technique d'aéronautique et de construction automobile. **Traité pratique sur la construction du moteur à explosions**. 2e édition. 1 vol. gr. in-8 broché de 155 pages avec 65 figures. (Desforges, Girardot et Cie, édit). Prix : 21 francs.

Cet ouvrage présente l'étude des caractéristiques des moteurs à explosion et la détermination des dimensions des organes, en suivant la marche rationnelle d'établissement d'un projet de moteur.

Les calculs sont établis sous la forme la plus simple possible, sans le secours des mathématiques supérieures, et toute étude est complétée par une application numérique, permettant la vérification rapide des éléments étudiés.

La première partie du volume est consacrée aux généralités et détermination des caractéristiques des moteurs.

Puis viennent, dans une deuxième partie, l'étude technologique et le calcul des organes.

Enfin, dans un troisième chapitre, quelques notions sur l'usinage et les essais de moteurs terminent cette étude.

Cet ouvrage comprend donc l'étude complète de la construction du moteur à explosion et convient à tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la technique de cette machine.

Chanoine MOREUX, fondateur de l'Observatoire de Bourges, **Le Ciel et l'Univers**. Un fort volume in-4 (21 × 29), de 640 pages avec 595 figures dans le texte et 24 planches en couleur hors texte. (G. Doin, édit.). Prix : broché, 120 fr. ; relié toile, 145 fr. ; demi-chagrin, 170 fr.

C'est un superbe ouvrage, grand format, abondamment et magnifiquement illustré ; destiné à la vulgarisation dans le grand public, il reste très élémentaire et très simple à suivre ; M. l'abbé Moreux sait d'ailleurs parler au plus profane de façon à être sûrement compris de lui. Comme le veut l'évolution actuelle de l'astronomie, où les études stellaires ont considérablement progressé à la suite des nouvelles conceptions de la physique sur la nature de la matière et l'électroptique, une part importante de l'ouvrage (200 pages) est consacrée à l'univers sidéral, sa structure et son évolution, questions qui ont toujours particulièrement intéressé l'auteur. Un important appendice fournit au lecteur toutes les constantes astronomiques, les éléments des divers astres, les données sur les principales constellations, comètes, variables, doubles, temporaires, nébuleuses, etc.

DESCARTES, **La Géométrie**. Réédition du texte original, 1 vol. in-8 de 91 pages avec 32 figures. (J. Hermann, édit). Prix : 21 fr.

C'est une reproduction textuelle de l'ouvrage de Descartes, qui n'est pas un traité didactique de la Géométrie, mais bien une série de « questions », c'est-à-dire d'études sur divers points particuliers ou questions générales de la géométrie. Quelques notations archaïques employées par Descartes sont transcrites ici à la manière moderne. Nous avons déjà loué le regretté éditeur Hermann, récemment défunt, d'avoir entrepris cette collection d'œuvres classiques de la science rééditées. Il faut espérer qu'on en verra paraître d'autres ; l'école française de la première moitié du XVIIe siècle en particulier est encore trop peu connue.

Professeur BOSCAR, docteur en Sorbonne, **Dix séances d'illusionnisme**. 1 vol. in-8 de 298 pages avec 79 figures. (P. Lanore, édit.). Prix : broché, 14 fr.

L'auteur, qui est secrétaire adjoint et lauréat de la Chambre syndicale de la prestidigitation et par conséquent au courant des ressources de l'illusionnisme classique et moderne, a écrit son ouvrage pour former à l'habitude de la scène et du public des jeunes gens et des amateurs désireux d'étonner leurs contemporains par des expériences inexplicables sans acquérir préalablement de dextérité particulière par de laborieuses études. Les quelque cent expériences très diverses (cartes, pièces, boules, foulards, cordes, chapeaux, chimie, transmission

Digitized by Google

de pensée, etc.), qui y sont expliquées avec les plus grands détails, n'exigent donc aucune étude technique, et sont garanties « irratables » même pour des débutants. Au surplus, de longues indications préalables leur sont données sur le local, le matériel, les accessoires, la tenue en scène, les gestes et le boniment, etc. ; et aussi sur l'historique et la bibliographie de l'illusionnisme. C'est donc un ouvrage beaucoup plus complet que ceux que l'on avait faits jusqu'à ce jour pour la jeunesse (et qui, d'ailleurs, étaient épuisés) ; et il a été conçu, l'auteur le dit formellement et vingt passages le prouvent, pour préparer l'amateur à aborder la véritable prestidigitation, celle qui repose sur l'adresse. Une originalité qui lui est propre, croyons-nous, est d'avoir réuni en un chapitre spécial dix programmes différents pour autant de séances variées, depuis la petite séance d'après-dîner absolument improvisée à la demande d'amis et sans aucun matériel (et ce n'est pas commode d'en combiner une en bannissant toute adresse technique) jusqu'à la grande soirée en deux parties, avec servant et table truquée. Nous remarquons particulièrement le chapitre indiquant plusieurs méthodes pour faire de la transmission de pensée, spécialité qui, à notre connaissance, ne fait l'objet en langue française que d'un seul opuscule (Chautard). Voilà un livre qui passionnera bien des jeunes gens et fera germer des vocations de futurs Robert-Houdins. Il est particulièrement indiqué pour les distributions de prix.

H. BARET, inspecteur du Travail à Saint-Etienne, **Petit manuel d'armurerie**. 1 vol. in-8 de 118 pages avec 73 figures. (Imprimerie Dumas à Saint-Etienne et J.-B. Baillière, à Paris.) Prix : 12 fr.

Cet opuscule n'est pas un traité de travail à l'étau ou à la machine pour l'ouvrier, mais bien une étude d'ensemble très intéressante et très accessible à tout le monde, sur l'histoire de l'arquebuserie, sur la fabrication des canons, les différents types de platines et de bascules, sur le montage, le finissage et les essais de l'arme, sur sa « physiologie » aussi, c'est-à-dire qu'il donne quelques notions de balistique. Pas un chasseur ne devrait ignorer le contenu de ce petit ouvrage, qu'il trouvera grand plaisir à lire, grand profit également.

M. MOLLARD, sénateur de la Savoie, **L'Électrification de la France** (Le gaspillage de nos ressources énergétiques), 1 vol. in-8 de 228 pages (Dunod, édit.). Prix br. : 20 francs.

M. Mollard consacre ce livre non à des enseignements purement techniques, mais à des considérations d'intérêt sociologique général sur la mise en œuvre des disponibilités d'énergie hydraulique en France, en insistant sur les avantages que peut en retirer le pays. La richesse de la France en chutes d'eau réparties en trois régions très distinctes, sans parler de la ressource coûteuse, mais très vaste, des marées, et sans omettre sa production en somme importante de charbon qui peut donner beaucoup d'énergie thermo-électrique; la variété et la décentralisation de ses industries; sa main-d'œuvre insuffisante ; sa trop grande dépendance de l'étranger pour des matières premières, des carburants et des produits demi-finis : tout cela donne à l'électrification du pays une importance exceptionnelle. Il est donc bon qu'un nouvel ouvrage vienne l'exposer une fois de plus au public français. Nous croyons toutefois qu'il serait dangereux de lui donner des illusions au sujet des « ressources immenses » qui existent en énergie dans notre pays ; n'oublions pas qu'il n'y a pas dix millions de chevaux-vapeur utilisables en eaux courantes, et que près de trois sont captés et équipés déjà : il y a donc un tiers de la besogne de fait, et s'il est vrai qu'il reste encore à faire le double de ce qui a été accompli en un quart de siècle, il ne faut pourtant pas voir là le début d'une ère toute nouvelle comme celle qu'ouvrit après 1800 l'emploi de la machine à vapeur, milluplant tout ce qui existait alors comme énergie motrice dans un pays.

RENÉ PIQUE, chimiste-conseil, agent technique militaire principal de réserve, **La poudre noire et le service des poudres**. 1 vol. de 210 pages avec figures. (Société de publications colloïdales, 9, rue Coëtlogon, Paris, édit.). Prix relié : 15 francs.

Cet ouvrage, préfacé par l'inspecteur général Briotet, directeur du service des poudres, est non un manuel technique, mais un intéressant résumé historique complet de l'évolution et des transformations du service des poudres, en France, depuis 1336, date de sa création, jusqu'en 1926, c'est-à-dire pendant 590 ans. Ce travail débute par une étude complète sur l'emploi du feu grégeois dans les temps les plus reculés, en Chine, Inde, Egypte, Judée, Rome et Byzance. L'auteur indique la première formule de la poudre noire connue en Europe grâce au manuscrit de Marcus Graecus, datant du IXe siècle ; puis il signale les travaux des chimistes arabes et des alchimistes européens. Parmi les 23 chapitres que comporte cet ouvrage, un est réservé au passage de Lavoisier comme fermier général du service des poudres, où il apporta d'importantes et précieuses modifications dans la préparation du salpêtre par ses nitrières artificielles, qui permirent à la France bloquée de mener victorieusement les guerres de la Révolution.

Le livre se termine par un rapide et clair exposé des services rendus pendant la guerre par le service des poudres, donnant également les quantités impressionnantes des différentes poudres, explosifs et gaz de combat fabriqués de 1914 à 1918. Ajoutons qu'il est illustré de nombreuses gravures tirées de manuscrits anciens qui en rehaussent l'intérêt.

J. MAXWELL, docteur en droit et en médecine, **La Divination**, 1 vol. in-18 de 282 pages (de la *Bibliothèque de philosophie scientifique*), E. Flammarion, édit. Prix : 12 francs.

Livre intéressant à parcourir comme recueil d'anecdotes relatives aux innombrables variétés de procédés divinatoires ; il faut bien reconnaître que le nombre d'exemples pour chaque chapitre n'est pas bien grande — un seul pour toute la psychométrie — et que la valeur en est fort inégale ; quant à la partie critique, elle est à peu près inexistante, et cela est excusable en ce que ce livre, moins prétentieux que d'autres, ne vise pas à être un traité, mais se borne à donner des notions historiques et à définir les diverses sortes de communications entre l'esprit et le monde des faits. Du moins est-ce l'impression qu'il donne ; et, dans ces limites, il mérite d'être signalé.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

MÉCANIQUE

La première turbine à vapeur de plus de 30 kilogrammes est en France. — Un article de M. Besson dans *La Science Moderne* a montré il y a quelques mois les avantages de la vapeur à haute pression et l'intérêt des essais en cours :

La première installation française du même genre vient d'être réalisée avec un plein succès par la « Compagnie Electro-Mécanique », aux Hauts-Fourneaux de Saulnes où ce constructeur a placé un groupe turbo-alternateur de 5 000/6 000 kilowatts dont la turbine est alimentée avec de la vapeur à la pression effective de 33 kilogrammes par centimètre carré.

Cette turbine est la première en France qui ait fonctionné sous une pression aussi élevée ; le service régulier qu'elle assure depuis sa mise en route consacre un progrès de plus dans l'amélioration de notre outillage national.

Moins de marques et plus de voitures. — Nous avons signalé l'an dernier la réduction sensible et continue du nombre de marques construisant des automobiles aux Etats-Unis, qui se faisaient inutilement une concurrence ruineuse pour construire, après tout, la même chose. Voici une statistique bien remarquable à ce sujet, établie par M. Maurice Philippe dans *la Journée industrielle*.

« Au Salon de 1928, le mois dernier, il n'y eut que 43 marques différentes d'automobiles exposées ; or, en 1921, ce nombre était de 86. Ainsi, en sept ans, la quantité de constructeurs d'automobiles aux Etats-Unis a diminué de moitié. Cependant, les 43 fabricants qui ont survécu produisent de meilleures voitures, à des prix inférieurs et en plus grand nombre, que ne le faisaient les 86 d'il y a sept ans. En effet, la production totale d'automobiles aux Etats-Unis a doublé pendant cette période, s'élevant de 1 514 000 en 1921 à 3 066 000 en 1927.

« Sur ce point, le contraste entre l'industrie américaine et l'industrie européenne est frappant. Aujourd'hui, dans les quatre pays principaux de manufacture : France, Angleterre, Allemagne et Italie, il y a plus de 200 marques d'automobiles et la production a peu varié pendant ces dernières années. Le total en était peut-être, en 1927, de 500 000.

« Il est donc évident que la puissance et la qualité de production de l'industrie automobile américaine viennent en grande partie de ce qu'elle a su éliminer les éléments faibles ou médiocres qui s'opposaient à sa prospérité. »

« Il est inutile de dire, ajoute le journal, que si nous ne discutons pas, et pour cause, les chiffres de cette note, par contre nous ne nous associons nullement à sa conclusion. Dire que si les 43 marques qui subsistent produisent de meilleures voitures à des prix inférieurs et en plus grand nombre que ne les faisaient les 86 il y a sept ans, c'est à cause de la disparition de la moitié de ces dernières, cela nous semble un peu osé. En sept ans, il y a eu des progrès dont eussent certainement bénéficié les marques disparues; et ce n'est pas parce qu'elles ont disparu qu'il y a eu des progrès ! Que les firmes disposant d'importants capitaux aient pu produire, qualité égale, à un moindre prix que leurs concurrentes moins favorisées par la fortune, cela se comprend fort bien. Et l'avantage des grandes séries pour les prix de revient n'a pas besoin d'être démontré.

« Mais nous pensons que l'existence de marques de moyenne importance, loin d'être un obstacle à la marche des progrès, tend au contraire à l'accélérer. Modifiant plus facilement leur fabrication, adoptant donc plus vite certains perfectionnements de détail, elles ne peuvent que constituer un aiguillon pour les grandes marques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE

Un projet de loi sur la désignation des savons. — Les Chambres syndicales de la savonnerie réclament depuis longtemps une réglementation sur la désignation des savons livrés à la consommation. Le nombre des *ersatz* tenant lieu de savon véritable a en effet beaucoup augmenté à la suite de la guerre.

Un projet de loi vient d'être soumis dans ce but par le Gouvernement à la Commission du Commerce de la Chambre. Ce projet tend à interdire la mise en vente, sous la dénomination de *savon*, d'un produit autre que celui résultant du traitement à chaud d'une matière grasse par une lessive alcaline et contenant, tel qu'il sort de la fabrication, 35 p. 100 d'acides gras hydratés, au minimum. Les mentions « 72 p. 100 » ou « fabriqué avec 76 p. 100 d'huile et de matières utiles » doivent être réservées aux savons qui, en sortant de fabrication, renferment au minimum 63 p. 100 d'acides gras ; la mention « 60 p. 100 » aux savons qui, en sortant de la fabrication, renferment au minimum 53 p. 100 d'acides gras.

Le projet prévoit les conditions dans lesquelles devra s'exercer le contrôle, en tenant compte du degré de dessiccation des savons qui fait varier le rapport entre leur poids total et la quantité d'acides gras qu'ils contiennent. Ajoutons qu'il autorise la substitution aux matières grasses d'une certaine quantité de résine ; toutefois, lorsque la proportion de résine dépassera 5 p. 100 en poids de la matière grasse employée, la dénomination de vente du savon ne pourra être accompagnée du qualificatif « pur ».

SOCIOLOGIE

Les familles nombreuses se font rares en Allemagne. — Extrait du *Bulletin de la Protection de l'Enfance*, octobre 1927 :

Dans le *Lokal Anzeiger*, le professeur Max Wolf pousse un cri d'alarme contre la dépopulation, qui menace l'Allemagne à brève échéance :

« Le nombre des naissances, dit-il, a diminué ces dernières années dans une proportion inquiétante. De 27,5 p. 1 000 habitants en 1914, elle est tombée à 20,6 en 1925. Berlin, avec une natalité de 11,2 est de toutes les capitales celle qui a le chiffre de naissances le plus bas. La moyenne des grandes villes allemandes n'a qu'une natalité de 14,9 p. 1 000, et les villes de 20 000 à 100 000 habitants, qu'une natalité de 18.

« Seules les campagnes fournissent encore un léger excédent de naissances, mais elles ne comptent plus qu'un tiers de la population allemande, et ne tarderont pas non plus à adopter les mœurs des villes. Déjà, dans les

Digitized by Google

milieux paysans, les familles nombreuses ne sont plus considérées comme un bienfait, et nous devons compter qu'à brève échéance la population de l'Allemagne, non seulement cessera de s'accroître, mais diminuera s'il n'y a pas un mouvement d'immigration.

« L'Allemagne, conclut le professeur Wolff, se trouvera alors dans une situation beaucoup plus défavorable que la France. Celle-ci reçoit des immigrants de la Belgique, de l'Espagne, de l'Italie, qui sont des hommes d'une culture, d'une race analogue à la sienne et qui s'assimilent très rapidement.

« L'Allemagne en sera réduite à accepter des immigrants venus des pays orientaux, individus d'un niveau inférieur et qui, loin de se laisser assimiler, chercheront à empiéter sur le germanisme. »

Cette dernière considération n'est pas sûre : une partie notable de l'Allemagne orientale est à base d'éléments slaves, et les *Borusses* qui sous la Renaissance étaient aussi peu *echtdeutsch* que possible, ont modelé le reste de l'Allemagne sur leurs principes et ont dirigé son évolution politique. L'Allemagne a du moins sur la France le bénéfice d'une génération entière de plus, sa crise de natalité ayant été précédée de beaucoup par la nôtre. En tout cas, le malheur des uns ne suffit pas à faire le bonheur des autres.

En Autriche, on se plaint aussi beaucoup de la dénatalité, qui est particulièrement sensible à Vienne. Ainsi, en 1910, on comptait encore, sur le territoire actuel de l'Autriche, 166 774 naissances, et il n'y en a eu que 127 254 en 1926.

A Vienne même, dans les vingt dernières années, le nombre moyen des naissances est tombé de 55 000 à 23 383, soit une diminution de trois cinquièmes.

La « rationalisation » : l'expérience de la Ruhr. — On sait que ce vocable assez prétentieux désigne l'ensemble des plans et mesures destinés à assurer la marche d'une exploitation d'après des moyens rationnels, autrement dit des idées raisonnables : en particulier en faisant appel dans la plus large mesure possible aux machines et dispositifs permettant de « comprimer » le plus qu'on le peut la main-d'œuvre et en obtenir, sans plus de fatigue, un plus haut rendement et réduire ainsi les dépenses en personnel. Celui-ci ne saurait d'ailleurs être suffisant pour certaines très grandes exploitations.

La *Deutsche Bergwerks-Zeitung* a fait connaître les résultats des transformations effectuées dans la Rhur Depuis 1924, en particulier, les frais d'exploitation à l'aide de machines se sont accrus d'année en année, uniquement afin de compenser les relèvements de salaires établis à intervalles réguliers par des sentences arbitrales.

Cette compensation des augmentations de dépenses par des augmentations de rendement n'a réussi aux charbonnages de la Ruhr que jusqu'au milieu de 1926. Depuis lors, elle subit un temps d'arrêt. Mais les principales dépenses des charbonnages n'ont pas cessé de grossir, car ce ne sont pas seulement les frais de main-d'œuvre qui ont augmenté, mais même les frais de la mécanisation, par suite même du développement qu'elle a pris. La caractéristique de l'année 1927 est donc l'arrêt du rendement et la hausse des frais de revient...

En 1924, 25 p. 100 seulement de la production s'obtenait à l'aide de procédés mécaniques ; en 1925, cette proportion s'élevait à 51 p. 100 ; en 1926, à 70 p. 100. Pour 1927, on sait d'après les résultats déjà constatés, qu'elle atteindra au moins 85 p. 100, sinon 90 p. 100, mais, d'un autre côté, les frais de l'emploi des machines dans la Ruhr ont, entre 1924 et 1927, monté de 400 p. 100. En 1924, la production utile des charbonnages était de 83 792 505 tonnes, et les frais de machines et de main-d'œuvre, de 732 903 000 marks ; en 1927, pour une production de 107 966 489 tonnes, ces frais sont arrivés à 1082 262 000 marks. La production a donc augmenté de de 128,8 p. 100 ; les frais, de 147,7 p. 100. Cet écart de 19 p. 100 atteste que, sous le rapport du rendement pécuniaire, la rationalisation a eu un résultat négatif.

TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS

Les communications aériennes de l'empire britannique. — Le général Groves, secrétaire général de la Ligue aéronautique d'Empire, a publié dans le *Daily Mail* des considérations assez pessimistes sur les liaisons aériennes de la Grande-Bretagne avec ses possessions ou hinterlands d'Asie. *La Journée industrielle* traduit comme suit ces déclarations, qui ont produit une assez grande sensation en Angleterre.

« Dans le domaine de l'aviation se produisent actuellement des changements qui nous amèneront à déplorer notre inertie des huit dernières années. Les intérêts russo-allemands ont délogé la Grande-Bretagne de la Perse. Plus à l'est, les intérêts hollandais menacent de s'immiscer dans nos communications aériennes avec l'Australie. Beaucoup plus près de nous en Irlande, les groupes d'aviation allemande, appuyés par les compagnies allemandes de marine marchande, essaient de se ménager des têtes de ligne.

Le simple fait que nous sommes évincés de la Perse implique la rupture de notre système central de relations impériales par la voie des airs. Il compromet aussi des intérêts pétroliers considérables. Encore n'est-ce pas tout. La prolongation à l'est, jusqu'à Bouchaïr, de la ligne aérienne russo-allemande, facilitera la concurrence des constructeurs allemands dans l'Inde et l'Extrême-Orient. L'industrie britannique des avions est, peut-on dire, le fondement de la puissance aérienne britannique.

En dépit de ces faits, et bien que nous possédions aujourd'hui vingt appareils commerciaux seulement en service sur les routes impériales, bien qu'aussi les parcours utilisés (y compris la route du Caire à Bassora) ne dépassent pas dans l'ensemble 2 226 milles de longueur (contre les 14 862 milles de l'Allemagne et les 8 900 milles de la France), les prévisions budgétaires de l'aéronautique pour 1928 accusent une réduction de 49 000 livres sterling au chapitre de l'aviation civile. L'optimisme des autorités ministérielles n'en est pas moins injustifié, en présence des faits que nous venons de mentionner... »

BIOLOGIE

Venin et rage. — A l'une des dernières séances de l'Académie des sciences, M. Bouvier a exposé une note où Mme Phisalix montre que le venin de la vipère « aspic », chauffé à 15°, se montre doué de la propriété de tuer le virus rubrique auquel on le mélange ; celui-ci n'est plus capable de communiquer la rage aux animaux. Il est rabicide, même en dehors de tout milieu vivant. Mme Phisalix avait précédemment montré que ce venin est un véritable vaccin contre la rage. Enfin si, avant tout mélange avec le virus, on porte le venin à 100 degrés, température où sa toxicité et son pouvoir antivenimeux sont abolis, on constate qu'il n'en conserve pas moins ses propriétés rabicides.

Digitized by Google

CHRONIQUE DU MONDE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Le droit d'auteur aux inventeurs de découvertes scientifiques. — On sait que le gouvernement français se préoccupe de prévoir le droit, pour l'inventeur d'un principe ou d'une découverte scientifique ayant donné naissance à de nouvelles applications industrielles, de percevoir une part des bénéfices que sa découverte a permis de réaliser. On ne peut sans doute qu'applaudir à cette bonne intention ; mais nous croyons qu'en fait il sera souvent bien difficile de la réaliser. A qui Lee de Forest doit-il rétribution pour avoir lancé le principe du courant d'électrons, ou plutôt l'idée de l'électron chargé, qui est le point de départ de sa lampe triode? Ampère touchera-t-il, et Faraday, un droit sur chaque télégraphe et chaque dynamo (qui n'existeraient pas sans eux), la famille Volta sur chaque pile et le vénérable Winkler sur les condensateurs? Il est bien difficile de dire à qui Rœntgen a dû de pouvoir trouver les Rayons X, s'il est incontestable que ce savant aurait mérité à juste titre des droits d'inventeur sur les ampoules à radiographies fabriquées depuis ; mais un principe résulte toujours d'un autre principe, une invention d'une précédente, un découverte nouvelle d'une ancienne. Où débutera l'« invention »?

Quoi qu'il en soit, voici les premières dispositions préparatoires prises jusqu'ici :

Par arrêté du 19 mars 1928, il est institué au ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts une commission interministérielle chargée de préparer un projet de loi relatif aux droits des auteurs de découvertes ou inventions scientifiques.

Cette Commission sera présidée par M. le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, assisté de deux vice-présidents.

Elle comprendra : MM. V. Bérard, sénateur ; Roustan, sénateur ; Pol Chevalier, sénateur ; Joseph Barthélemy, député ; Emile Borel, député ; Marcel Plaisant, député.

Un représentant de chacun des ministères suivants : Finances, Justice, Guerre, Marine, Agriculture, Travaux publics, Colonies, Commerce, Travail.

MM. Drouets, directeur de l'office de la propriété industrielle ; E. Picard, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences ; Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences ; Lyon-Caen, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences morales et politiques ; Achard, secrétaire général de l'Académie de médecine ; Ambroise Colin, conseiller à la Cour de cassation ; Bonifas, conseiller d'Etat ; Appleton, professeur honoraire à la Faculté de droit de Lyon ; J.-L. Breton, membre de l'Institut, directeur de l'Office des inventions ; L. Lumière, membre de la Section des sciences appliquées à l'Académie des sciences ; A. Rateau, membre de la section des sciences appliquées de l'Académie des sciences ; Mangin, membre de l'Académie des sciences, directeur du Muséum d'histoire naturelle, président de l'Académie d'agricultur ; Moureu, membre de l'Académie des sciences, professeur au Collège de France ; Langevin, professeur au Collège de France ; d'Arsonval, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie de médecine, professeur au Collège de France ; Roux, directeur de l'Institut Pasteur ; Mme Curie, membre de l'Académie de médecine, membre de la Commission de coopération intellectuelle de la Société des Nations ; MM. Hanriot, membre de l'Académie de médecine, ancien directeur de la Monnaie ; Baudet, président de la Chambre de Commerce de Paris ; Duchemin, président de l'Union des syndicats des industries chimiques ; Lambert-Ribot, secrétaire général du Comité des forges ; Esnault-Pelterie, président de l'Association des savants et inventeurs de France ; R. Coolus, délégué général de la confédération des travailleurs intellectuels ; Boucherot, délégué adjoint de la C. T. I. ; Sainte-Lague, délégué adjoint de la C. T. I. ; le docteur R. Dalimier ; Dubois, secrétaire de l'Union des syndicats d'ingénieurs ; Gallie, avocat à la Cour d'appel ; Lucien Klotz, publiciste ; Labbé, directeur général de l'enseignement technique ; Paul Léon, directeur général des Beaux-Arts, membre de l'Institut ; Cavalier, directeur de l'enseignement supérieur ; Grunebaum-Ballin, président du Conseil de préfecture de la Seine ; S. de Laborie, rédacteur en chef à la *Jurisprudence Dalloz* ; Richard, conseiller à la Cour d'appel ; René Gadave, sous-directeur à la direction des Beaux-Arts ; Cartault, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de cassation ; Henri Cahen, président du Syndicat des industries.

L'Exposition annuelle de la Société française de Physique. — A la suite d'un referendum, la Société française de Physique a reconnu que l'époque des vacances de Pâques, qui éloigne de plus en plus de personnes de Paris, convenait peu à l'exposition qu'elle organise annuellement pour les instruments et dispositifs nouveaux. D'autre part ses visiteurs se recrutent en grand nombre dans le monde universitaire, de sorte qu'il importe que cette exposition ait lieu lors d'une période de vacances. Par suite, il a été décidé qu'elle aurait lieu désormais à l'époque de la Pentecôte. Elle se tiendra cette année les 23, 24, 25 mai, à l'Institut d'optique comme en 1927.

La Foire de Paris reconnue d'utilité publique. — Sur la proposition de M. Albert Sarraut, ministre de l'Intérieur, M. le président de la République vient d'accorder à la Foire de Paris la reconnaissance d'utilité publique. Cette mesure consacre officiellement les éminents services rendus à nos industries nationales par cette importante manifestation.

Chacun sait, en effet, quel remarquable essor a pris depuis 1904, année de sa fondation, et particulièrement au cours des dernières années, la Foire Universelle et Internationale de Paris. Elle est devenue un merveilleux instrument de propagande nationale, en même temps qu'une incomparable institution de progrès économique.

Pour les industriels et commerçants de France — on pourrait presque dire du monde, tant l'affluence y est chaque année plus nombreuse de délégués techniques, appartenant à tous les pays producteurs — la foire de Paris constitue, en outre, un excellent laboratoire d'études et un enseignement de la plus haute importance. On y vient de toutes parts pour se tenir au courant des procédés les plus nouveaux, des inventions et des perfectionnements les plus récents, des meilleures méthodes en vue de l'amélioration ou de l'augmentation de la production.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

Compte rendu préliminaire de la statistique minérale de la province de Québec pour l'année finissant au 31 décembre 1927 (Revue générale)

NOTE

Les chiffres donnés dans ce compte rendu préliminaire sont sujets à revision. La statistique de production gagne en utilité à être publiée aussitôt que possible, même si, à cause de quelques lacunes peu importantes, les chiffres ne sont donnés qu'à titre provisoire. La statistique telle que finalement établie, lorsque tous les rapports de production seront arrivés, sera donnée dans le « Rapport sur les opérations minières dans la province de Québec durant l'année 1927 », qui paraîtra dans quelques semaines.

La tonne dont il est partout question est celle de 2 000 livres anglaises, excepté où il en est fait une mention spéciale.

Quant aux produits métalliques, nous donnons la valeur de la teneur métallique des minerais, calculée aux prix moyens annuels des métaux raffinés. Nous avons adopté cette méthode pour nous conformer à la pratique suivie par le Service fédéral de la Statistique.

Il est agréable de noter que les progrès et l'activité industrielle que l'on pouvait présager dès le début de 1927 se sont largement réalisés durant tout le cours de l'année. La plupart des industries ont été florissantes et l'industrie minérale de la province de Québec s'est ressentie de la prospérité générale.

La valeur totale des produits extraits de nos mines et carrières durant les douze mois finissant au 31 décembre 1927, s'est élevée à $ 29 211 001, d'après les rapports de production reçus jusqu'à présent. Ces chiffres subiront probablement une légère augmentation lorsque le recueil sera complété par la réception de quelques retardataires. C'est la valeur globale la plus élevée enregistrée jusqu'ici. Par rapport à l'année précédente, c'est une augmentation de $ 3 460 538, soit une hausse proportionnelle de 13,4 p. 100. C'est aussi une augmentation appréciable sur le chiffre le plus élevé antérieur, de $ 28 392 939, en 1920, et il y a tout lieu d'espérer que le progrès continuera à s'affirmer d'année en année.

La valeur totale élevée enregistrée pour l'année 1920 était attribuable aux hauts prix qui régnaient alors, plutôt qu'aux quantités de substances minérales produites. Comme exemple de l'anomalie des prix en 1920, nous mentionnerons que le prix moyen de l'amiante cette année-là atteignait $ 82 la tonne, tandis qu'il était de $ 36 en 1926 et de $ 38 en 1927. La cote moyenne du cuivre métallique pour 1920 était de 17,5 c. au lieu de 12,9 c. en 1927. Donc, en ce qui concerne les quantités de minéraux produits elles sont, proportionnellement à la valeur, beaucoup plus élevées pour l'année 1927.

Avec la mise en marche de l'usine de fusion (*smelter*) de Noranda, on peut dire que l'industrie minérale de la province de Québec est entrée dans une ère nouvelle. La première coulée de cuivre brut eut lieu vers la mi-décembre 1927. C'est là la première production de cuivre métallique dans la province de Québec depuis la fermeture de l'usine de Capelton, il y a quelque trente-cinq ans. Le smelter de Capelton consistait en un petit four *water-jacket* installé pour traiter les résidus cuprifères résultant des opérations de la fabrique d'acide sulfurique de Capelton, qui utilisait les minerais pyriteux des mines Eustis et Albert. Le four avait une capacité de traitement de cinquante tonnes par jour, et produisait une matte de basse teneur de 25 ou 30 p. 100 de cuivre métallique. Le smelter de Noranda a une capacité de 1 000 tonnes de minerai par jour qui est capable d'aller jusqu'à 1 400 tonnes, et il produit un cuivre brut en lingots contenant 99 p. 100 de cuivre métallique ainsi que les métaux précieux. L'usine comprend deux unités indépendantes de 500 tonnes chacune, dont une est actuellement en marche depuis le commencement de décembre 1927.

Le chiffre global de la production minérale pour 1927 peut être décomposé comme il suit : produits non métalliques, matériaux de construction exceptés, $ 11 326 856 ou 38,8 p. 100 du total ; matériaux de construction, pierre, brique, chaux, ciment, sable, $ 15 474 838 ou 52,9 p. 100 ; produits métalliques : $ 2 409 307 ou 8,3 p. 100.

L'activité de prospection et de développement de nos richesses minérales qui règne dans la province depuis cinq ans a continué à se manifester durant toute l'année, particulièrement dans les trois régions, de Rouyn Harricana, de Gaspé et du lac Chibougamau. Le nombre de certificats de mineur émis annuellement est une bonne mesure de comparaison du degré d'activité des travaux de recherches, de jalonnage de claims miniers et de développement préliminaire des découvertes minérales faites. En 1921, le service des mines émettait 493 de ces certificats, tandis qu'en 1927 le chiffre atteignait 3 799.

***

Les progrès soutenus faits par notre industrie minérale sont bien démontrés par l'augmentation de la valeur globale annuelle des produits de nos mines et carrières, qui sont présentés ci-dessous pour les quatorze dernières années :

ANNÉE	VALEUR
1914	$ 11 732 738
1915	11 765 873
1916	13 287 024
1917	16 189 179
1918	18 707 762
1919	20 813 670
1920	28 392 939
1921	15 522 988
1922	18 335 153
1923	21 326 314
1924	18 952 896
1925	23 824 912
1926	25 750 463
1927	29 211 001

Digitized by Google

Amiante.

L'amiante a toujours été le produit minéral le plus important du tableau annuel de la production minière de la province de Québec, depuis au moins 1898, année où l'on inaugura une compilation systématique de la statistique minérale. Pour l'année 1927, l'amiante compte pour 36 p. 100 dans le chiffre global.

La quantité d'amiante vendue et expédiée en 1927 s'est élevée à 274 798 tonnes évaluées à $ 10 621 571. Par rapport à l'année précédente c'est une légère diminution proportionnelle de 1,6 p. 100 en volume, mais une augmentation appréciable de 5,2 p. 100, en valeur. Cette augmentation est attribuable aux prix régnants qui ont été plus élevés qu'en 1926. Le prix moyen de l'amiante a été de $ 38,65 la tonne en 1927, au lieu de $ 36,13 pour l'année précédente.

Les sous-produits de l'industrie de l'amiante, qui figurent sous le nom de « sable et gravier » au tableau détaillé de la production d'amiante, sont considérés comme matériaux de construction et classés comme tels.

PRODUCTION DE L'AMIANTE DANS LA PROVINCE DE QUÉBEC EN 1927

Qualité	Ventes		Prix moyen par tonne.	Stocks en main au 31 décembre 1927	
	Tonnes.	Valeur.		Tonnes.	Valeur. *
Brut, n° 1	1 107	$ 468 980	$ 423,65	303	$ 128 366
— n° 2	3 014	752 277	249,59	68	16 972
— tout venant	667	151 231	266,73	.....	.....
Fibres à filer	14 348	1 855 425	129 32	579	74 876
— à bardeaux	44 593	2 889 682	64,80	3 472	224 986
— à carton et à papier	60 396	2 284 021	37,82	25 456	962 746
— plus courtes, duvet, etc.	150 673	2 219 955	14 73	26 934	396 738
Total	274 798	$ 10 621 571	38,65	56 812	$ 1 804 684
Sous-produits (sable et gravier)	18 974	11 101	0,58	»	»
Totaux	293 772	$ 10 632 672			

Roche extraite des mines durant l'année 1927 : 4 825 740 tonnes.
Quantité de minerai traité mécaniquement durant l'année 1927 : 3 832 574 tonnes.

PRODUCTION DE L'AMIANTE DANS LA PROVINCE DE QUÉBEC EN 1926

Qualité	Ventes		Prix moyen par tonne.	Stocks en main au 31 décembre 1927	
	Tonnes.	Valeur.		Tonnes.	Valeur. *
Brut, n° 1	1 094	406 438	$ 371,51	909	$ 337 703
— n° 2	3 494	802 304	229,62	145	33 295
— tout venant	446	92 394	207,10	297	61 527
Fibres à filer	15 182	1 885 835	124,22	2 215	275 147
— à bardeaux	36 497	2 139 780	58 63	2 173	127 403
— à carton et à papier	86 746	2 940 675	33,90	29 499	1 000 016
— plus courtes, duvet, etc.	135 930	1 828 061	13.45	21 589	290 372
Total	279 389	10 095 487	36,13	56 827	2 125 463
Sous-produits (sable et gravier)	15 672	10 257	0,65	»	»
Totaux	295 061	10 105 744	»	56 827	$ 2 125 463

Roche extraite des mines durant l'année 1926 : 4 483 361 tonnes.
Roche traitée aux ateliers de séparation : 4 002 626.

Minerais métalliques.

Les produits métalliques figurent au tableau général pour la somme de $ 2 409 307. Ce chiffre embrasse les concentrés de plomb et ceux de zinc des mines de Montauban, les concentrés de cuivre de la mine Eustis; le cuivre brut du smelter Noranda ; les métaux précieux alliés à ces minerais complexes.

Nous enregistrons une augmentation appréciable en poids et en valeur dans la production des minerais de plomb et de zinc extraits des mines de Montauban dans le comté de Portneuf. Ils contenaient 17 179 046 livres de zinc métallique et 6 496 577 livres de plomb, contre 16 535 340 livres de zinc et 4 565 110 livres de plomb en 1926. Leur valeur globale s'élève à $ 1 406 151 en 1927, contre $ 1 207 979 pour l'année précédente.

Nous avons cette année une production de cuivre brut, provenant de l'usine de fusion de Noranda, dont les fours furent allumés au commencement de décembre, et qui effectua sa première coulée de métal le 17 décembre. Plusieurs wagons de cuivre en furent expédiés aux raffineries du Nouveau-Jersey. Cet événement fait marque dans l'histoire de l'industrie métallurgique de la province de Québec.

Digitized by Google

TABLEAU DE LA PRODUCTION MINÉRALE DE LA PROVINCE DE QUÉBEC EN 1927
(Sujet à revision).

SUBSTANCES	QUANTITÉS	VALEUR EN 1927	VALEUR EN 1926
Amiante, tonnes	274 798	$ 10 621 571	$ 10 095 487
Argent, onces	741 223	417 828	233 513
Cuivre, livres	3 124 287	403 658	368 886
Feldspath, tonnes	12 706	104 545	111 136
Fer titané, tonnes	2 029	8 980	600
Magnésite, tonnes	15 305	230 309	137 431
Mica, livres	4 455 239	105 446	170 118
Or, onces	8 354	172 690	76 070
Oxyde de fer et ocre, tonnes	5 931	102 186	100 923
Phosphate, tonnes	94	1 011	800
Plomb, livres	6 496 577	341 461	251 788
Pyrite, tonnes	13 021	42 795	42 117
Quartz, tonnes	26 215	63 513	109 564
Zinc, livres	17 189 046	1 064 690	956 199

Complétons ce tableau, relatif à la seule Province de Québec, en ajoutant ci-dessous les chiffres concernant la production minière de tout le Dominion :

La production minière du Canada, en 1927, a atteint une valeur de $ 241 773 000. Le tableau suivant indique la valeur des principaux produits du sous-sol au cours de l'an dernier :

Or	$ 37 731 080
Nickel	15 105 361
Argent	12 488 000
Cuivre	17 300 000
Plomb	16 400 000
Zinc	10 000 000
Cobalt, platine	3 000 000
Charbon	60 200 000
Gaz naturel	8 817 900
Pétrole	1 583 000
Ciment	10 450 000
Amiante	16 874 000
Pierres, sable, gravier	12 922 000

A l'Institut scientifique franco-canadien. — M. Gustave Ribaud, professeur à l'Université de Strasbourg, a terminé ses cours dans la Province de Québec. En route pour retourner en Europe, il a donné des conférences à Ottawa et à Toronto. Pendant son séjour au Canada, M. Gustave Ribaud a donné une série de cours et de conférences à l'Ecole Polytechnique, à l'Université de Montréal, ainsi qu'à l'Université Mc. Gill. Pendant une semaine, il a séjourné à Québec où il a eu comme auditeurs tout le milieu scientifique et médical.

M. Maurice Javillier, professeur à la Sorbonne et à l'Institut Pasteur, a commencé son cours de chimie biologique, le jeudi 22 mars. En avril, M. Javillier donnera, à Québec, une série de cours à l'Université Laval.

A l'Université de Bruxelles. — Le premier cours de M. Montpetit a eu lieu dernièrement devant une salle comble et extrêmement attentive.

Aux places d'honneur, on remarquait : MM. Ansiaux, recteur de l'Université ; Leclère, ancien recteur et ancien ministre ; l'attaché d'ambassade britannique, G. Langlois ; le professeur Charlier ; le professeur Speyers et une quinzaine d'autres professeurs.

Voici le compte rendu, que donne l'*Indépendance belge*, de cette première conférence :

« M. Ansiaux, recteur de l'Université, présenta l'éminent professeur, qui est professeur à la Faculté de Droit ainsi qu'à l'Ecole des Sciences de Montréal.

Chaleureusement applaudi, M. Montpetit apporta alors à l'Université de Bruxelles le salut cordial de l'Université de Montréal. Il étudia, cette première fois, le cadre permanent dans lequel s'est développée depuis trois siècles une civilisation en partie double mais si parfaitement humanisée.

« En un langage empreint d'une très belle élévation de pensée, il parla du caractère d'immensité qui nous surprend et nous émeut là-bas, mais qui rattache étrangement certains paysages à des paysages d'occident.

« Le Canada est presque aussi grand que l'Europe, sensiblement plus grand que les Etats-Unis, pour une population qui aura à satisfaire non seulement à toutes les conditions de l'existence mais encore à construire chacun des éléments d'une vie nationale.

« Le Canada se subdivise en six parties, que M. Montpetit définit et étudia, l'une après l'autre, en géologue, en historien et en économiste. Cet exposé plein de clarté et de substance résuma parfaitement les attributs ethniques et physiques du territoire canadien, depuis le Nord glacé jusqu'à la baie d'Hudson et au plateau laurentien qui constitue en quelque sorte le massif central, pendant qu'au Manitoba, par exemple, les immenses plaines abandonnées par les anciens lacs fertiles sont d'une extraordinaire étendue.

« Il y a quarante années, à peine, on ne se doutait guère qu'en ce même Manitoba résidait ce qu'on a appelé le grenier du monde. Tout de suite, en un contraste saisissant, succèdent à cette mer de blé sans limite la bordure des Montagnes Rocheuses et ce qu'on pourra appeler la vague de pierre.

« Les bassins offrent, pour le Canada, les mêmes lignes révélatrices que les massifs et les glaciers : Mackenzie, Columbia, etc., vers le Pacifique : Saskatchewan vers la baie d'Hudson ; Saint-Laurent enfin, magnifique voie de pénétration vers le cœur même du pays. »

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA T.S.F.

RÉCEPTEURS A GALÈNE

Les postes à lampes permettent seuls de recevoir avec puissance et sélectivité toutes les émissions radiophoniques. On peut dire que, à partir de quatre lampes, on peut recevoir les postes émetteurs du monde entier. Aussi ces postes sont-ils les seuls proposés et étudiés dans les revues de T. S. F., et les seuls que l'on trouve dans le commerce. Le grand inconvénient de ces postes c'est qu'ils coûtent cher, car le moindre poste à quatre lampes complet en état de marche revient à plus de mille francs et les superhétérodynes ou changeurs de fréquence coûtent de deux mille à trois mille francs. De plus, l'entretien est onéreux, car les batteries de plaque doivent être remplacées souvent, et les accumulateurs chargés régulièrement, même les lampes ne sont pas inusables bien que leur prix en soit élevé.

Cependant, depuis la création des postes locaux de radio-diffusion, l'amateur peu fortuné peut, avec un simple appareil à galène, goûter aux joies de la radiodiffusion. Il pourra recevoir suivant sa situation géographique d'abord un ou deux postes locaux, puis dans un rayon de 400 à 500 kilomètres, les postes puissants à grande longueur d'onde : Tour Eiffel, Radio-Paris, Daventry.

Une condition essentielle pour recevoir sur galène est de disposer d'une antenne confortable, soigneusement établie et isolée, et d'une prise de terre parfaite.

L'antenne et la terre. — L'énergie qui fera fonctionner le téléphone étant la seule énergie reçue par l'antenne, il importe que celle-ci en capte le plus possible. Pour cela il faut qu'elle soit développée, et bien isolée. En raison des ondes courtes à recevoir, on ne peut l'allonger indéfiniment. Nous proposons donc une antenne prismatique horizontale ou légèrement inclinée composée de quatre brins de 30 mètres de long environ (fig. 1).

Les matériaux nécessaires sont : 2 cerceaux d'enfant en bois de 80 centimètres de diamètre ; 140 mètres fil émaillé 12/10e millimètres ; 8 isolateurs vedovelli, de la ficelle (septain) goudronnée ou paraffinée, et accessoires de fixation. On fera quatre encoches au carré sur les cerceaux pour bien poser les fils et on ligaturera les fils sur les cerceaux avec des chutes du fil émaillé. Aux deux extrémités les quatre fils sont réunis ensemble, grattés de leur isolant et soudés. La descente de poste se compose d'un fil émaillé 12/10 soudé à l'une des extrémités. L'entrée de poste doit être soigneusement faite, la meilleure consiste à percer un trou (1) dans le milieu d'une vitre de la fenêtre et faire passer le fil par ce trou. Si ce n'est pas possible, percer le cadre en bois de la fenêtre d'un trou de 16 à 20 millimètres environ, fermer ce trou extérieurement et intérieurement avec deux bouchons de caoutchouc, percés en leur centre et faire passer le fil par le centre des bouchons. Si l'on n'a pas de bouchons caoutchouc, utiliser deux plaquettes en ébonite fixées par des vis. Faire descendre le fil plus bas que l'entrée et le replier verticalement pour atteindre cette entrée, cela fait une boucle par où s'écoule l'eau de pluie.

Si l'on dispose d'espace et d'arbres ou de poteaux, on peut monter une antenne horizontale en V à trois ou quatre brins de 25 à 30 mètres. Les brins soudés entre eux à l'extrémité près du poste divergent et vont se fixer chacun sur un arbre ou un poteau. Dans les deux cas, il faut que l'antenne soit bien dégagée des arbres et des maisons, et la plus élevée possible.

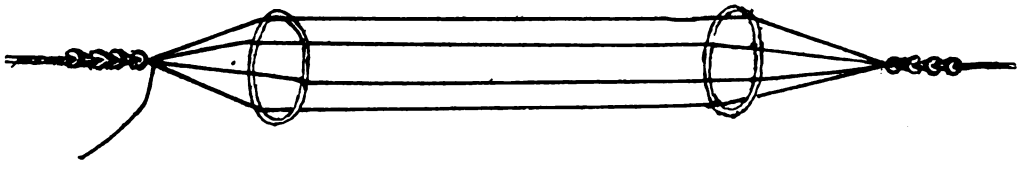


Fig. 1. — Antenne prismatique.

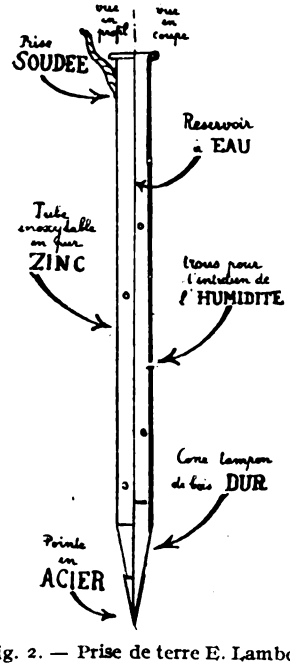


Fig. 2. — Prise de terre E. Lambert.

Prise de terre. — Celle-ci doit être à faible résistance. Si l'on dispose d'une canalisation sous plomb d'eau sous pression, on peut l'utiliser en se servant d'un collier pour fixer le fil de terre après avoir bien gratté le tuyau au contact. Si l'on peut souder, c'est meilleur. Si l'on n'a pas l'eau de ville sous pression, il faut établir la terre. On enterre à 50 centimètres de profondeur un mètre carré de grillage fer galvanisé à petites mailles, ou à défaut une tôle galvanisée, la connexion avec le fil de

(1) Pour percer une vitre, affûtez en pointe pas trop aiguë, un tiers-point servant à affûter les scies. Se servir de cette pointe comme foret, soit à la main en faisant un mouvement de rotation va-et-vient, soit au vilebrequin, en mouillant avec de l'essence de térébenthine.

Digitized by Google

terre sera soudée, il faudra arroser la terre en cas de sécheresse.

On trouve dans le commerce des piquets de terre très pratiques (fig. 2). Il suffit de les enfoncer complètement dans le sol, et de souder la connexion. Le piquet est creux et percé de trous, ce qui permet un arrosage facile et efficace.

Poste récepteur bon marché. — Le schéma est donné par la figure 3. C'est le montage en direct avec le condensateur mis en série pour les petites ondes, et en parallèle pour les grandes ondes. Il faudra, malgré cette disposition, deux selfs : l'une pour les petites, l'autre pour les grandes ondes.

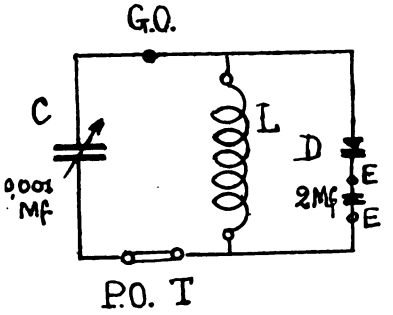


Fig. 3.

Les pièces nécessaires sont les suivantes :

1 bobine petites ondes, 30 spires montée sur support à broche ;

1 bobine grandes ondes, 120 spires ;

1 condensateur variable à air « Square law », 1 millième de microfarad ;

1 détecteur à galène et sa galène ;

1 condensateur fixe mikado de 2 millièmes de microfarad ;

1 casque ;

2 douilles support de self ;

5 bornes ;

1 plaque ébonite 160 × 180 × 6 millimètres ;

1 coffret 155 × 175 × 100 millimètres extérieur ;

6 vis à bois 2,5 × 20.

Il faut choisir des pièces de première qualité, surtout le condensateur qui devra être à faibles pertes.

Les bobines sont des nids d'abeille du commerce, mais on peut les exécuter soi-même à bien meilleur marché, en utilisant l'enroulement fond de panier. Faire un gabarit comprenant une rondelle centrale en bois de 30 millimètres de diamètre et 15 millimètres environ d'épaisseur. Choisir 7 clous à chevrons de 5 millimètres environ de diamètre et 80 à 100 millimètres de long. Percer la rondelle de 7 trous pour enfoncer les 7 broches, on a le gabarit fig. 4. Bobiner du fil 6/10 sous deux couches de coton en passant alternativement d'un côté et de l'autre des broches. Le nombre de spires obtenu, démonter les 7 broches et sortir le noyau. Consolidez la bobine en

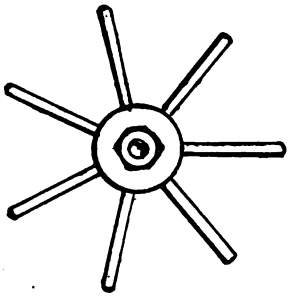


Fig. 4. — Gabarit pour galettes à fond de panier.

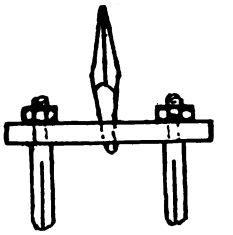


Fig. 5.

faisant quelques ligatures avec du fil. Le support se composera (fig. 5) d'une barrette d'ébonite de 50 × 10 millimètres, percée de trois trous, deux pour la fixation des broches à l'écartement convenable (30 millimètres), l'un au centre recevra une petite pièce de bois dans laquelle on enfoncera la bobine.

La disposition des pièces est donnée par la figure 6. Les connexions seront faites avec du fil émaillé 12/10 dont on aura soin d'enlever l'émail aux points de contact (fig. 7).

Réglage. — Pour les grandes ondes, relier par une barrette les bornes terre et petites ondes. Fixer le fil d'antenne à la borne G.O., le fil de terre à la borne Terre. Pour passer aux petites ondes, débrancher la barrette P.O. terre, et fixer le fil d'antenne à la borne P.O.

Pour éviter cette opération qui demande quelques instants, on peut ajouter à ce montage un inverseur bipolaire qui fait instantanément la mutation. La figure 8 montre un poste du commerce construit dans ces condi-

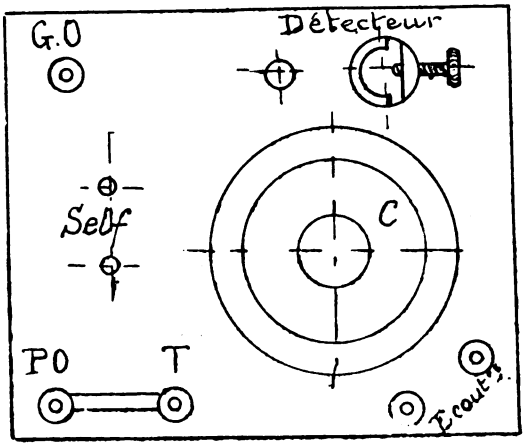


Fig. 6. — Plan.

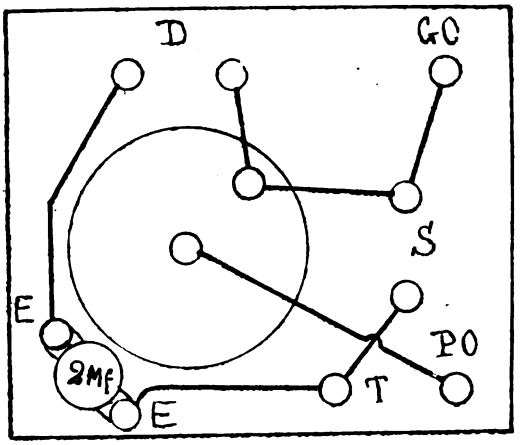


Fig. 7. — Connexions.

Digitized by Google

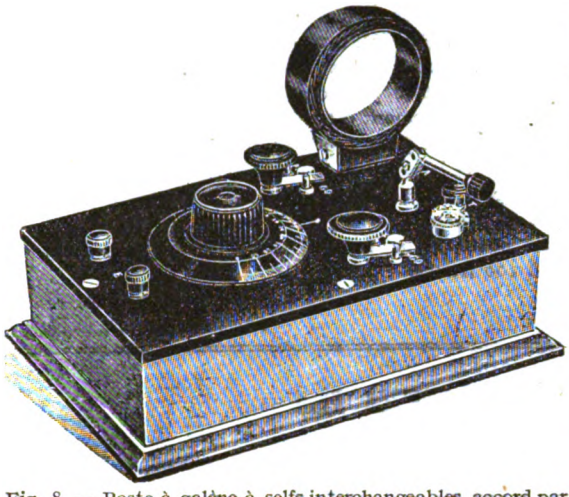


Fig. 8. — Poste à galène à selfs interchangeables, accord par condensateur variable et permettant deux montages. Reçoit sur petites et sur grandes ondes (A. Gony).

tions. Le schéma du commutateur est donné dans la partie primaire du schéma (fig. 11).

Ce montage est certainement le plus puissant des

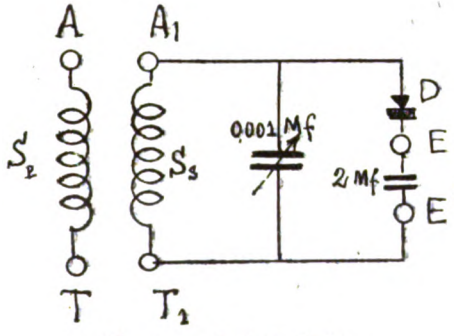


Fig. 9. — Montage Tesla.

montages à galène. Mais il n'est pas très sélectif. C'est-à-dire qu'il ne séparera pas deux stations de longueurs d'onde voisines. Ce qui n'a aucun inconvénient en province où les postes à entendre sont le régional, Radio-Paris et FL dont les longueurs d'onde sont très différentes, mais pour la région parisienne, il sera difficile de séparer les P. T. T. de Radio LL ou du Petit Parisien. Il est nécessaire pour les petites ondes d'utiliser le montage Tesla.

Montage Tesla apériodique. — Celui-ci est donné par la figure 9. Il se compose d'une bobine primaire 30 à 40 spires, montée sur support mobile, et couplée à la bobine secondaire. Pour les grandes ondes, on utilisera le montage direct aux bornes A, T, avec une bobine de 120 spires. On n'utilise pas la bobine primaire.

Pour les petites ondes, on branche sur la bobine primaire AT, la bobine secondaire aura 40 spires. On règle en serrant les deux bobines et s'il y a deux stations à séparer, on éloigne petit à petit la bobine primaire, en réglant au mieux le condensateur chaque fois.

Le support mobile peut se trouver dans le commerce. On peut aussi facilement le faire avec une réglette d'ébonite articulée à une extrémité et portant les deux douilles support, deux fils souples servent de connexion (fig. 10). Les dimensions données précédemment pour le panneau ébonite et le coffret conviennent, il suffit de déplacer les bornes Antenne et Terre et de monter la réglette à l'extrémité gauche du panneau ébonite.

Montage Tesla accordé. — Si on accorde le primaire au moyen d'un condensateur, on aura le maximum d'audition et de sélectivité. Le schéma est donné fig. 11.

Ici l'antenne est branchée au primaire pour les G.O. et les P.O.; un inverseur bipolaire permet de mettre la self et la capacité primaire en série ou en parallèle suivant le cas.

Il faut quatre bobines pour équiper le poste.

Pour le primaire P.O. : 30 spires ; G.O., 120 spires;

Pour le secondaire, P.O. : 45 spires ; G.O. : 200 spires.

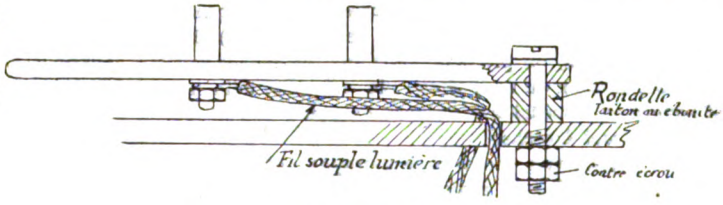


Fig. 10. — Support mobile de self.

Le condensateur est de un millième de microfarad du type square-law.

Cet appareil est d'une très bonne sélectivité et du meilleur rendement. C'est le meilleur des appareils à galène

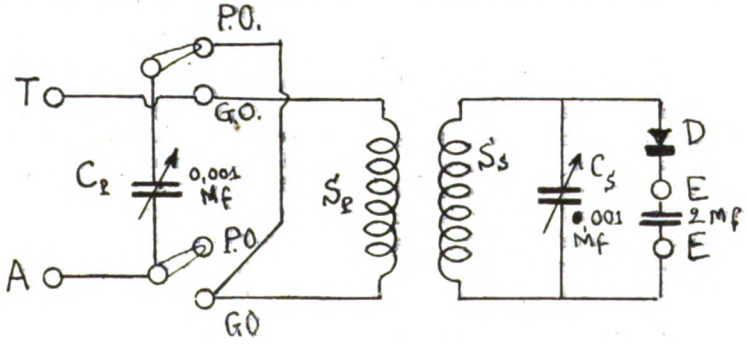


Fig. 11.

mais il a l'inconvénient de coûter assez cher en raison du deuxième condensateur et des deux bobines supplémentaires. Cependant, on remarque que le montage Tesla apériodique diffère du montage le moins onéreux par l'adjonction d'un élément, sans toucher au montage

Digitized by Google

primitif, et que le Tesla accordé dérive du précédent par l'addition d'un condensateur et d'un inverseur, l'amateur peut prévoir une ébonite et un coffret pouvant recevoir les pièces du dernier montage, et commencer par exécuter le premier, au fur et à mesure de ses disponibilités, il passera au second, puis au troisième montage.

Il faudra une ébonite de 280 × 160 × 6 millimètres.

Prix minima de revient de l'installation simple décrite ci-dessus, avec antenne-Terre, et appareil en ordre de marche.

Avec le poste simple, l'installation reviendra de 200 à 250 francs, suivant le prix payé pour les divers éléments, car il y en a à tous les prix ; les meilleur marché ne sont pas toujours fameux, mais il est inutile de se payer les plus cher. Dans ce prix, n'est compris aucun travail de montage, c'est le prix d'achat des pièces et matériel. Le poste proprement dit avec son casque, ses bobines et sa galène entre pour 130 à 150 francs, le reste concerne l'antenne et la terre.

Le poste Tesla apériodique entraîne un supplément de 25 à 35 francs.

Le poste Tesla accordé entraîne un supplément de 80 à 100 francs.

A. LECLERC,
Ingénieur E. P. C. I.

LES TRAVAUX D'AMATEURS

LE PLATRE (*suite*) (1)

Nous terminerons en donnant quelques recettes pour la remise en état, l'entretien ou la transformation des objets moulés en plâtre, dont l'uniformité de ton, la fragilité et la facilité à prendre la teinte de la poussière, sont les plus graves défauts.

Nettoyage des objets en plâtre. — En dépit des époussetages journaliers les plus soignés, les plâtres arrivent rapidement à se salir surtout sur les parties en saillie. Le procédé le plus simple consiste à immerger l'objet dans l'eau : au bout de cinq à dix minutes, celle-ci a pénétré tous les pores (il ne se dégage plus de bulles d'air). Toujours sous l'eau, on promène alors sur les parties sales, un pinceau doux ou un blaireau ; les saletés se détachent et restent en suspension dans l'eau. On rince sous un robinet et on met à sécher.

Si l'objet est très encrassé, le nettoyage ainsi obtenu est insuffisant. Il faut alors badigeonner le plâtre d'une bouillie d'amidon et de fécule de pomme de terre délayée à froid dans de l'eau. Après en avoir bien blaireauté toute la surface, on laisse sécher. La croûte d'amidon ainsi formée se détachera par petits lambeaux en passant un pinceau pas trop dur, et emportera avec elle les salissures qui noircissaient le plâtre. On termine par un passage au blaireau propre et sec ou au plumeau.

Le plâtre doré qui revêt les cadres de tableaux demande à être traité d'une autre façon, car la couche d'or qui le recouvre est prodigieusement mince et deviendrait rougeâtre, puis disparaîtrait sous un nettoyage un peu trop actif. De plus, il ne se salit pas de la même façon que les moulages en plâtre mat : sa surface luisante ne lui laisse pas absorber la poussière, mais elle attire les mouches, et le cuivre, assez abondant dans l'or de titre bas dont sont faites les feuilles à dorer, noircit peu à peu par l'air et les émanations sulfurées. A ceci, l'on ne peut rien ; mais on décrasse la dorure de la manière suivante :

On peut tout d'abord passer doucement deux ou trois fois une touffe d'ouate hydrophile trempée dans de l'eau tiède savonneuse, puis rincer à l'eau pure, et laisser sécher. Si le cadre est très encrassé, on bat dans une tasse un blanc d'œuf avec quelques gouttes d'eau de Javel ou d'ammoniaque. On passe sur le cadre un blaireau ou une touffe d'ouate imbibé de ce mélange, et après quelques frottements très doux (mais ne négligeant pas les angles et les fonds des ornements moulés, où s'accumule le plus de poussière), on blaireaute de la même façon avec de l'eau tiède légèrement savonneuse, pas de l'eau trop chaude qui coagulerait l'albumine, puis de l'eau pure.

On prolongerait beaucoup la durée d'une dorure de cadre, en même temps qu'on augmenterait son éclat, en passant à sa surface, qu'il soit neuf ou fraîchement nettoyé, mais, dans ce cas, bien sec, une couche mince de vernis copal transparent bien fluide.

Vernissage du plâtre. — Une solution de gomme laque dans dix fois son poids d'alcool pénètre dans les pores superficiels de l'objet, puis le revêt d'une couche assez brillante qui s'oppose bien à la fixation des poussières. Le résultat n'est pas toujours plaisant à l'œil ; le goût est également peu satisfait, en général, des « irisations » obtenues en passant par-dessus le plâtre vernis et sec, un second vernis (térébenthine de Venise et alcool avec très peu de gomme laque) contenant 5 p. 100 de violet de méthyle, et en exposant l'objet, sous cloche de verre, au chlore qui se dégage de chlorure de chaux en présence de vinaigre étalé dans une soucoupe. La teinte, cuivrée d'abord, passe au rosé, au rouge-pourpre, au vert et enfin au bronze clair avec irisations assez variables, car la transformation se fait en peu de miuntes.

On protège le plâtre et transforme son aspect beaucoup plus souvent par l'« ivoirage »

Ivoirage du plâtre. — Cette opération consiste simplement à tremper l'objet (non verni) dans de la cire vierge ou de la stéarine fondues. Il est plus commode, dès qu'il ne s'agit pas d'un simple médaillon, de badigeonner le plâtre d'une solution de cire blanche dissoute à chaud, coupée en petites lamelles, dans de l'alcool à 90° chauffé au bain-marie. Dans les deux cas, les pores s'imbibent de cire, ce qui donne à l'ensemble un aspect demi-translucide, et elle forme à la surface un revêtement qui rend l'objet insensible à l'action de l'eau et plus lent à prendre la poussière. En employant de la cire jaune, on a le ton « vieil ivoire » plus ou moins foncé. On peut d'ailleurs poser au pinceau, dans telles régions que l'on veut assombrir ou jaunir, de la solution de cire jaune ou plus concentrée.

(*A suivre.*)

(1) Voir les numéros précédents de la *Science Moderne*.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

LOUIS BIETTE, inspecteur général des Ponts et Chaussées, inspecteur général des travaux de Paris. **Les Chemins de fer urbains**. 1 vol. in-8 (de la *Collection des Grandes Encyclopédies industrielles*), de 523 pages avec 248 figures (J.-B. Baillière, édit.) **Prix** : br. 90 fr. ; relié : 102 fr.

Les chemins de fer construits en pleine ville et entièrement consacrés au transport des voyageurs d'une grande cité, sont entièrement différents des réseaux interurbains à trafic mixte et départs espacés, tant au point de vue établissement qu'au point de vue exploitation, il faut même dire au point de vue conception. Les exigences tout à fait spéciales du trafic-voyageurs qui constitue leur unique raison d'être, les conditions absolument particulières qui président à l'établissement de la voie (prix élevés du travail, servitudes urbaines à respecter, modalités d'exécution imposées, complexité et manque d'homogénéité du sous-sol, fourniture de la force motrice), les problèmes que posent l'emploi et l'entretien du matériel fixe, signalisateur et roulant, etc., diffèrent du tout au tout de ce qu'ont connu et pratiqué sur les grands réseaux trois ou quatre générations d'ingénieurs.

Comme, d'autre part, ces réseaux urbains deviennent une partie indispensable de l'équipement des grandes villes modernes et non plus seulement des capitales, il est utile qu'un livre tel que celui de M. Biette paraisse, pour servir de guide à ceux qui auront la charge d'assumer la mise en œuvre de ces nouvelles installations. L'expérience déjà trentenaire du Métropolitain de Paris constitue un précédent des plus précieux en la matière, et l'auteur, qui a suivi à peu près de bout en bout le développement de cette œuvre énorme et délicate, comme le rappelle M. Bienvenue dans la préface, était exceptionnellement qualifié pour l'exposer. Il a donc délibérément limité son ouvrage à exposer ce qui a été fait à Paris : quelques indications d'ensemble sont seulement données incidemment sur le « Tube » de Londres.

C'est donc une monographie du Métropolitain et du Nord-Sud de Paris, d'ailleurs bien suffisamment instructive et *up to date* pour constituer une documentation complète satisfaisant tout ingénieur urbaniste, que M. Biette a divisée en neuf chapitres : les trois premiers d'ordre économique (Historique et création du réseau, Modalités de la concession, Capitaux investis et estimation du trafic), les deux suivants consacrés au tracé des lignes et souterrains ; les deux suivants à leur exécution, en souterrain, en ligne aérienne, en terrains spéciaux ; et les deux derniers aux traversées soit aériennes, soit souterraines de la Seine. Les questions du matériel électrique de signalisation et de traction, en somme moins neuves et moins complexes que la partie construction viale, ne figurent pas dans l'ouvrage.

H.-G. WELLS, professeur de Pathologie à l'Université de Chicago, directeur de l'Institut Oto S. A. Sprague memorial, **Les Aspects chimiques de l'immunité**. Traduction de L. BOEZ, professeur à la Faculté de Médecine de Strasbourg, 1 vol. in-8° de 384 pages (G. Doin, édit.). Prix : 35 francs.

Il ne s'agit pas d'une nouvelle fantaisie scientifique du célèbre écrivain anglais qui porte les mêmes noms et initiales : cet ouvrage fait partie de la série des monographies publiées par la *Société des Chimistes américains*. Le succès considérable qu'il a obtenu dans les pays de langue anglaise lui a valu d'être immédiatement traduit en allemand.

Il ne fait pas double usage avec nos traités classiques ; il représente un aspect différent de l'immunologie, envisagée plus spécialement au point de vue chimique auquel conduit, comme dit J. Duclaux, toute étude approfondie des problèmes biologiques. Ce traité comporte un exposé méthodique de nos connaissances sur l'immunité ; il permettra au lecteur français de se documenter rapidement sur les progrès récents de l'immunologie dans les pays de langues anglaise et allemande, et la dispensera de consulter les innombrables périodiques étrangers dont les prix sont devenus prohibitifs.

L'ouvrage s'adresse aux médecins qu'intéressent particulièrement les problèmes de l'immunité et aux chimistes, appelés à participer, de plus en plus, aux progrès d'une science qu'ils ont contribué à édifier.

Max RINGELMANN, professeur à l'Institut agronomique, directeur de la Station d'Essais de machines. **Le Charbon de bois : fabrication en forêt**. 1 vol. de 126 pages avec fig. (Librairie agricole de la Maison Rustique, éditeur.) Prix broché : 6 fr.

Cette fabrication est d'une grande importance pour l'exploitation des taillis et l'utilisation des branchages secondaires, puisque les gazogènes au charbon de bois ont créé des débouchés nouveaux pratiquement illimités à ce carburant vraiment national, dont aucun blocus ne pourrait nous priver. On sait l'importance qu'attachent à cette question, depuis quelques années, les pouvoirs publics et les constructeurs de véhicules industriels et motoculteurs.

Aucun livre ne donnait les dernières méthodes de fabrication, l'ouvrage de M. Ringelmann comble heureusement cette lacune. Sous une forme condensée, il constitue un aide-mémoire de premier ordre théorique et pratique pour ceux qui s'occupent du charbon de bois.

Parmi les dix chapitres de l'ouvrage, les plus importants concernent la fabrication en forêt par les meules, puis les appareils actuels de carbonisation, l'intéressante et économique fabrication du charbon de bois à la ferme. Enfin, l'auteur attire l'attention sur les gazogènes à charbon de bois dont l'application aux camions se traduit, par une économie importante de combustible, des primes d'achat et par une forte réduction d'impôts.

Cet ouvrage prouve que beaucoup de branchages, perdus aujourd'hui, peuvent être utilisés profitablement par la carbonisation. Malgré les concours officiels, nombre de personnes ignorent encore que les fours métalliques offerts par les industriels à des prix divers permettent d'employer une main-d'œuvre non spécialisée, ce qui simplifie la fabrication.

P. MAURER et G. CLAUDE, **L'Electricité à la portée de tout le monde**, 1 vol. in-8 de 450 pages, avec 233 figures. (Dunod, édit.). Prix : broché, 25 fr. ; relié, 35 fr.

L'ouvrage de M. Georges Claude, alors jeune ingénieur-électricien, date d'un tiers de siècle, et a conservé et sa

Digitized by Google

célébrité et sa valeur. Toutefois, les récents progrès de l'électrotechnique, de l'éclairage électrique, de la T. S. F. et de la physique moléculaire, ont rendu nécessaires des chapitres ou paragraphes complémentaires. M. Maurer s'en est chargé, en adaptant l'ouvrage primitif, qui étant d'ailleurs épuisé exigeait une réédition, et en apportant dans les adjonctions le genre bien spécial, plein de verve familière et d'humour volontiers paradoxal, qui caractérise le style de M. Georges Claude. Les vingt-sept chapitres du livre, dont le dernier est consacré au radium, passent successivement en revue toutes les questions d'électrotechnique, d'une façon si simple que tous peuvent s'initier à ces questions.

R. CHAMPLY, Ingénieur, **Les petits trucs du chauffeur en panne** (4e édition), 1 vol. in-16 de 143 pages, avec 80 figures (Desforges-Girardot, édit.). Prix : br., 10 fr.

Ce petit volume enseigne aux touristes et chauffeurs les moyens simples et pratiques de sortir rapidement d'embarras en cas de panne ou d'avarie. Le plus souvent, en effet, il suffit d'un peu d'ingéniosité pour remédier, au moins provisoirement, avec des moyens de fortune, aux accidents de route : celui qui connaît déjà les mécanismes de sa voiture saura, par la lecture de ce livre, les manières de les soigner, en première urgence, pour arriver au moins au garage. De nombreux et ingénieux trucs, tours de mains et recettes, lui donnent un caractère aussi pratique que simple.

A. METZ, ancien élève de l'École polytechnique, **Une nouvelle philosophie des sciences : le Causalisme**, 1 vol. in-16 de 211 pages (de la *Nouvelle collection scientifique*). F. Alcan, éditeur. Prix : br., 15 fr.

On parle beaucoup, depuis un certain nombre d'années, de M. Meyerson et de sa façon d'apprécier la valeur de la connaissance des choses, tenant à la fois de la logique et de la métaphysique. Aussi bien, l'étymologie même de ce dernier vocable montre que cette branche de la philosophie doit bien avoir comme directives les enseignements venus du monde extérieur et par l'intermédiaire des sciences d'observation et de déduction, dont la logistique en est une de plus en plus (depuis Cantor et ses successeurs, Hilbert, Peano et bien d'autres) : c'est d'ailleurs par cette phrase que M. Metz termine son livre, que M. Meyerson s'est proposé « d'établir de façon inébranlable les prolégomènes à toute métaphysique future ». Il avait déjà donné une importante étude sur cet auteur dans les *Cahiers de la Nouvelle Journée* (Bloud et Gay) il y a deux ans, et dans ce nouveau livre il peut développer plus à loisir ses considérations sur ce qu'il appelle le « causalisme » de M. Meyerson. Celui-ci se refuse à faire de la science un simple classement de faits et de lois, et une chasse aux formules qui doivent s'extraire des expériences comme le voulait la génération presque entière de Berthelot (Duhem a été l'un des rares qui aient pu résister) et qui a valu à la France une si déplorable infériorité en physique et en astronomie modernes. Poincaré, M. Le Roy, avaient donné un peu d'air et de liberté à la pensée et rétabli les droits de l'ontologie mise au rebut par Berthelot en tant qu'instrument de recherche scientifique. Les principes d'identité et de causalité, que les « savants » depuis Auguste Comte et même un peu auparavant, abandonnaient dédaigneusement aux philosophes qui voudraient encore s'amuser à ergoter là-dessus comme l'avaient fait ceux de l'antiquité, du moyen âge et même des temps modernes jusqu'à Kant, font de nouveau l'objet d'études serrées et approfondies. Il ne peut être question de résumer en quelques mots les théories de M. Meyerson sur ces fondements du raisonnement humain. On les suivra fort aisément tout au long du livre de M. Metz, livre très clair et nullement abstrus, disons-le tout de suite pour rassurer les lecteurs qui craindraient de ne pouvoir le lire qu'en se prenant la tête à deux mains. La présentation même, où chaque chapitre est divisé en paragraphes portant un titre, aide à le lire avec aisance ; les grandes questions scientifiques —la notion de chose, de théorie, l'explication, le mécanisme, l'énergétique, l'inertie, la masse, la conservation de la matière et de l'énergie, l'atomisme, le principe de Carnot, la relativité — forment autant de chapitres où M. Metz expose ce qu'en ont pensé les savants de toute époque, et l'interprétation que donne M. Meyerson à leurs théories.

Louis ROULE, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, **Lamarck et l'interprétation de la nature**, 1 vol. in-18 de 249 pages (E. Flammarion, éditeur). Prix : br., 12 fr.

Le naturaliste Lamarck possède aujourd'hui une renommée mondiale; son nom est même devenu populaire. Il n'en fut pas ainsi lorsqu'il vivait au début du siècle dernier.

Son nom cependant, dans les sciences de la nature et de la vie, se lie désormais à la notion de l'évolution progressive des êtres au travers des âges, comme celui de son émule anglais Charles Darwin, venu plus tard.

M. Roule, poursuivant son Histoire des grands naturalistes français, a consacré le quatrième volume de cette série, après ceux sur Buffon, Daubenton et Cuvier. Il donne les principaux épisodes de sa vie tourmentée et de sa fin douloureuse. Puis il y fait l'analyse de ses travaux sur l'interprétation de la nature. Il termine enfin par une étude sur la biologie moderne dans ses synthèses et ses aspirations, où il fait preuve d'une grande hauteur de vues et d'une remarquable pénétration.

H. VIAL, assistant à la Faculté des Sciences de Paris, expert près des tribunaux, **Manuel de Photographie**, 1 vol. in-18 de 276 pages avec 78 figures (de la *Bibliothèque professionnelle*). (J.-B. Baillière, édit.). Prix : cart., 16 fr.

Comme le dit l'auteur dès les premières lignes de son introduction, les manuels ou traités de photographie sont déjà nombreux. Mais, en mettant à part les ouvrages volumineux ou spécialisés dans une branche de cette science, il faut reconnaître que la plupart de ceux qui sont élémentaires se réduisent à une énumération de matériel et à une compilation de recettes dont quelques-unes sont discutables et réservent de désagréables surprises à qui veut les mettre en pratique. De plus, les quelques notions théoriques qu'ils se risquent à exposer ne sont pas toujours fort bien comprises, ni très exactes. M. Vial commence par consacrer 60 pages à donner des idées précises à ses lecteurs sur l'optique géométrique, l'objectif et la perspective, le tout fort simplement d'ailleurs. Puis, après avoir parlé du matériel et du laboratoire, il consacre la deuxième partie du livre à la plaque et au négatif ; nous ne croyons pas que l'on trouvera dans un autre de dimensions et de niveau analogues, les mêmes détails sur la sensitométrie et la désensibilisation. Une troisième partie traite du positif et la quatrième de quelques problèmes particuliers (lumière artificielle, contre types, photographie en couleurs, stéréoscopie, agrandissements).

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

MÉTALLURGIE

Les aciers nitrurés. — La presse quotidienne a beaucoup parlé dans ces derniers temps d'une communication de M. L. Guillet à l'Académie des Sciences sur la résistance à l'usure des aciers spéciaux traités par le procédé dit *nitruration*. De fait, l'importance de ce sujet n'est pas petite, si l'on considère les chiffres donnés par M. Guillet : des cylindres pour moteurs d'automobiles en fonte ou même en acier demi-dur très résistant à la rupture, s'usent assez vite par le frottement des pistons en alliages d'aluminium : 40 centièmes de millimètre pour un cylindre en fonte ayant travaillé pendant 30 000 kilomètres de parcours, alors que des cylindres semblables en acier nitruré n'avaient que 2 centièmes de millimètre d'usure, soit vingt fois moins. Des cylindres d'acier de moteur d'avion, après cent heures de marche, avaient 8 à 10 centièmes de millimètre d'agrandissement, et aucun qui fût appréciable pour des cylindres en acier nitruré. La consommation d'huile n'avait pas varié non plus après cent heures de marche pour de tels cylindres, alors qu'elle avait exactement triplé pour ceux faits en acier ordinaire.

Le récent match franco-américain poursuivi pendant dix-neuf heures à Indianapolis entre une voiture américaine et une Hispano-Suiza, conduite par M. Weymann, et qui se termina par la déroute répétée à plusieurs reprises de la ferraille d'outre-Atlantique, fut un succès pour les cylindres en acier nitrurés de la voiture européenne, qui ne consomma pas quatre litres d'huile en tout.

L'acier était un acier semi-doux, à 35 dix-millièmes de carbone, avec 1,6 p. 100 de chrome et 1,2 d'aluminium ; après trempe et revenu à plus de 600°, il était nitruré sur une profondeur de 6 à 7 dixièmes de millimètre, une protection laissant une couche superficielle de 1 dixième non traitée pour pouvoir terminer l'alésage à la meule aux cotes exactes.

M. Guillet ajoute que l'extrême dureté des aciers spéciaux nitrurés leur donne un poli qui change complètement les conditions de frottement, permettant l'emploi d'articulations de bielles en alliages d'aluminium sans interposition de coussinets en anti-friction ou bronze. On a pu ainsi augmenter la vitesse de rotation de 400 tours par minute, et gagner 10 p. 100 de puissance au régime normal de 3 000 tours.

La Science Moderne publiera prochainement un article sur les aciers nitrurés et les procédés de traitement.

ÉLECTRICITÉ

Un redresseur de courant sans vapeur ni liquide. — On sait que le courant alternatif, de beaucoup le plus communément répandu dans les villes, doit être « redressé » pour charger les accumulateurs par exemple, ou métalliser par galvanoplastie. Ou bien l'on emploie des dispositifs électro-mécaniques à pièces mobiles (commutatrices, formées de deux dynamos accouplées, ou vibreurs-contacteurs), ou bien des « soupapes ou « valves » à vapeur de mercure, ou encore des lampes-valves thermoïoniques, des soupapes électrolytiques à solution de phosphate, etc.

M. Chouquet décrit dans le *Génie civil* un nouveau redresseur entièrement solide, fabriqué par la Compagnie générale de Signalisation sous le nom de *Redresseur oxymétal*. C'est une pile, obtenue par serrage d'un boulon dans une gaine isolée, d'un certain nombre d'éléments dont chacun est simplement une rondelle de cuivre oxydée sur l'une de ses faces et serrée entre deux disques de plomb ; deux plombs contigus sont séparés par une mince et large rondelle de cuivre destinée à rayonner la chaleur.

Le courant qui va du cuivre vers l'oxyde rencontre une résistance beaucoup plus considérable (de l'ordre de 50 à 100 fois) que s'il passe de l'oxyde vers le cuivre. Il est probable que ce phénomène, qui a été découvert récemment, est dû à une émission thermoïonique à froid, si l'on peut dire : le cuivre émet des électrons vers l'oxyde. On met les faces oxydées dans la même direction pour une paire d'éléments, et ceux de l'autre paire avec les faces oxydées en regard des deux premières, si l'on veut redresser les deux alternances d'un courant monophasé.

URBANISME

L'air de Paris. — Un des procédés les plus simples pour évaluer la « pureté » de l'air, si l'on comprend sous le nom d'impureté les vésicules de brouillard humide aussi bien que les poussières, consiste tout simplement à noter la transparence de cet air dans divers azimuts et en prenant comme objets visés des buts diversement éloignés. En notant toutes ces observations, on constitue bientôt une collection d'un intérêt singulièrement suggestif.

C'est ce que le Bureau météorologique de la Ville de Paris fait depuis 1895 ; et M. Besson, chef actuel du service, qui avait publié au début de 1920 un résumé succinct de ces observations, vient de communiquer à l'Académie des Sciences une note donnant ses plus récentes conclusions sur ce point. Elles sont loin d'être rassurantes.

De 1895 à 1915, on assistait à une continuelle et lente diminution de la transparence de l'air de Paris, mesurée par visées. Pendant la guerre, elle tomba beaucoup et brusquement, malgré la combustion très diminuée du charbon à cette époque où les usines d'éclairage et les trains ne marchaient pas à plein ; il est vrai que des usines travaillant pour l'armée dépensaient beaucoup de combustible, et aussi que l'on n'avait que des chauffeurs peu expérimentés, des grilles et des cheminées peu nettoyées et visitées. Mais la cause principale doit être attribuée à la réduction marquée du personnel employé au nettoyage des rues de la ville.

Après 1919, la visibilité redevint meilleure, mais sans plus atteindre jamais celle d'avant-guerre. Comme les gouttelettes ne restent en suspension qu'autour d'un « centre de condensation » solide, poussière ou grain de charbon, ceux-ci agissent par eux-mêmes aussi bien que comme générateurs de buée et brouillard. Or, leur nombre ne fait qu'augmenter : cheminées sans cesse multipliées, gaz d'échappement d'autos, nombre et rapidité des véhicules qui brassent l'air des rues, etc. M. Besson estime que le nombre des particules solides flottant dans l'air a augmenté de 50 p. 100 en un quart de siècle.

Digitized by Google

TRANSPORTS

Le nombre des automobiles dans le monde. — Aux Etats-Unis, il y a une voiture par 5 habitants ; au Canada, 1 par 10 ; en France, 1 par 43 ; en Angleterre, 1 par 45 ; au Danemark, 1 par 52 ; en Belgique, 1 par 60 ; en Russie, 1 par 7 000.

Si nous prenons maintenant la production, nous constatons que l'Amérique arrive en tête avec une fabrication de 4 millions de véhicules annuels, et que la France tient la seconde place avec une fabrication de 200 000 ; l'Angleterre n'en produit que 190 000, l'Italie 64 000, l'Allemagne, 54 000.

Pour vendre beaucoup de voitures, il faut que le prix n'en soit pas trop élevé.

En Amérique, les salaires journaliers des ouvriers ayant été augmentés progressivement jusqu'à 8 dollars, et le prix d'une voiture moyenne n'étant que de 500 dollars, le prix d'un véhicule représente à peine 60 journées de travail d'un ouvrier.

En France, il représente encore 500 journées et malgré cela, le nombre des voitures est passé, de 1918 à l'époque actuelle, de 100 000 à plus de 900 000.

Si le prix de la voiture peut baisser encore pendant que les salaires continueront à augmenter, le nombre d'automobiles s'élèvera fatalement. Il faut donc, en premier lieu, abaisser le prix de revient. Il est évident toutefois que le prix d'achat de la voiture même n'est qu'un des éléments de sa facilité de vente ; le prix de l'essence, celui des impôts, les frais de garage entrent pour une très grande part dans la diffusion ou dans la restriction des achats de voitures automobiles.

Le prix des taxis à Paris et à l'étranger. — M. Citroën a recherché le prix des déplacements en taxi dans les principales villes du monde et l'expose ainsi :

« A tout seigneur, tout honneur ! Commençons par Paris. Le tarif des voitures de place y est fixé comme suit :

Prise en charge : 1 franc pour les premiers 400 mètres, puis 0 fr. 25 par 200 mètres.

Examinons maintenant les tarifs appliqués dans quelques autres villes :

New-York : Prise en charge et premier quart de mille, 15 cents. Par quart de mille suivant : 5 cents.

Londres : Prise en charge et premiers deux tiers de mille, 0 sh. 6. Par tiers de mille suivant : 0 sh. 3.

Berlin : Prise en charge et premiers 532 mètres, 0 rm. 35 Les 132 mètres suivants : 0 rm. 05.

Madrid : Prise en charge et premiers 800 mètres, 0 pes. 60. Par 333 mètres suivants : 0 pes. 20.

Rome : Prise en charge et premiers 660 mètres, 1 l. 50 Par 275 mètres suivants : 0 l. 50.

Pour la clarté des comparaisons, voyons ce que coûte une course de 10 kilomètres avec 4 personnes à bord :

A Paris	Fr.	13 »
A Bruxelles		14 30
A Berlin		25 »
A Rome		26 15
A Madrid		26 35
A Londres		29 40
A New-York		34 30

De sorte qu'une course qui, pour un voyageur se rendant de la gare de Lyon à la place de l'Etoile, coûte 8 francs au tarif parisien, coûterait 10 francs au tarif bruxellois ; 15 francs au tarif berlinois ; 18 fr. 70 au tarif madrilène ou romain ; 20 fr. 10 au tarif londonien et 24 fr. 65 au tarif new yorkais.

Prenons un autre exemple. Une promenade à petite allure, de deux heures au Bois de Boulogne, y compris un stationnement d'une demi-heure, revient à Paris à 43 francs ; à Bruxelles, à 45 francs ; à Berlin à 80 francs ; à Rome, à 82 francs ; à Madrid, à 84 francs ; à Londres, à 102 francs et à New-York, à 112 francs.

Agréable surprise pour le public de constater qu'en France, en général, et dans sa capitale en particulier, le tarif des taxis est le plus réduit du monde, ceci malgré des charges fiscales qui, dans notre pays, pèsent lourdement sur l'automobile. »

Le prix de la vitesse. — Dans la *Revue de la Femme française*, un de nos collaborateurs expose le curieux calcul suivant :

« La plate-forme arrière d'un autobus, brimballante à tous cahots et généreusement balayée par l'air froid et pluvieux, occupe 2 mètres carrés un quart, et reçoit dix personnes. D'autre part, « une section », pour laquelle on paie dix sous, est franchie en dix minutes à peu près ; on ne reste guère en moyenne plus d'un quart d'heure sur l'intervalle s'étendant sur deux sections (quinze sous), et un voyageur qui emprunte trois sections (vingt sous) reste dans l'autobus une vingtaine de minutes. On peut donc affirmer que le trajet en autobus coûte un sou la minute. Or, comme chaque voyageur encaqué sur la plate-forme « jouit » (!) d'un peu moins d'un quart de mètre carré pour ce prix-là, on s'aperçoit avec stupeur que le mètre carré de plate-forme rapporte près de 13 fr. 35 par heure. Un petit appartement parisien de 66 mètres carrés, ce qui n'est guère, loué sur le même taux que l'inconfortable plate-forme cahotée et ouverte à tous les vents, se paierait donc 800 francs l'heure, 19 200 francs la journée, ou *sept millions* par an !

« D'où je conclus deux choses : la première, c'est qu'il est infiniment plus coûteux de prendre l'autobus que de louer un hôtel au Parc Monceau ou aux Champs-Elysées. La seconde, c'est que cette monstrueuse augmentation du prix d'occupation d'une surface est due simplement à ce que cette surface bouge. C'est vraiment mettre à trop cher le mouvement. »

CHIMIE

La guerre des gaz. — Dans son livre *La guerre des gaz et les matières chimiques de combat*, le professeur Julius Meyer signale plaisamment (!) que la quantité du mélange acide cyanhydrique et trichlorure d'arsenic qui fut employée dans la Somme en 1916, par l'armée française, aurait théoriquement pu tuer 20 *milliards de personnes* en chambre close ; à l'air libre, sur le champ de bataille, le résultat fut insignifiant.

Le budget chilien et l'iode. — On sait que l'iode est fourni surtout par le Pérou et le Chili, et aussi que ce pays, constituant une grande partie de ses recherches budgétaires au moyen des droits de sortie sur les nitrates, se ressent très gravement de la concurrence de plus en plus forte que font aux exploitations nitratières du sol chilien les usines synthétiques d'Europe et des Etats-Unis. Le gouvernement chilien cherchant d'un autre côté à récupérer les recettes nécessaires, le parlement chilien a voté une loi pour la protection de l'industrie de l'iode.

Digitized by Google

Le président de la République est autorisé à décréter un monopole d'Etat de l'iode. Après introduction de ce monopole, l'Etat aurait seul le droit de faire le commerce de l'iode et le gouvernement devrait prendre le contrôle de toute l'industrie de l'iode. La répartition des ordres aux producteurs, les méthodes de fabrication et les prix seraient fixés par l'Etat.

Le marché du nitrate chilien. — On prévoit qu'avant la fin de la campagne d'exploitation nitratière 1927-1928, les ventes auront atteint un total de 2 250 000 à 2 500 000 tonnes. Pour la campagne 1926-1927, les ventes n'avaient pas dépassé 1 753 000 tonnes. Le chiffre le plus important des ventes pendant les cinq dernières années avait été de 2 340 000 tonnes.

En France, pour l'exercice 1926-1927 la consommation de nitrate chilien est passée de 189 000 à 237 000 tonnes. On s'attend à ce que les autres nations continentales augmentent leurs demandes. Les achats américains, d'autre part, ont été récemment très importants. Les diminutions de droits de sortie récemment votées par le gouvernement chilien à la suite de la concurrence grandissante de l'industrie de l'azote synthétique sont certainement la cause principale de cette reprise.

GÉODÉSIE

Le général Ferrié a communiqué à l'Académie des Sciences les résultats d'ensemble de l'opération des longitudes mondiales, dont il avait présenté le projet en 1919 et qui a été exécutée en octobre et novembre 1926 par les soins d'une Commission internationale dont il est le président.

Cinquante-deux observatoires, répartis sur toute la terre et appartenant à 30 nations différentes, ont pris part à cette opération. 31 émissions radiotélégraphiques spéciales étaient faites chaque jour par 9 postes différents. Les résultats actuellement connus ont une haute précision et les positions géographiques des points considérés ont été déterminées avec une approximation de 1 à 2 centièmes de seconde de temps. L'erreur sur chaque position est donc inférieure à 5 ou 6 mètres.

Plusieurs polygones ont été constitués. En particulier, celui d'Alger-Shanghaï-San Diego-Alger a donné une erreur de fermeture inférieure à un centième de seconde.

Les calculs relatifs à la participation française ont été faits par M. Lambert, de l'Observatoire de Paris.

En recommençant l'opération dans quelques années, il sera donc également possible de vérifier si les continents se déplacent les uns par rapport aux autres, comme le pensent certains géologues (Wegener).

SOCIOLOGIE

La répartition de la fortune. — Le nombre des successions déclarées, abstraction faite de celles où le passif excéda l'actif — a été de 385 943. L'administration les a classées, d'après l'importance de l'actif net, en treize séries graduées dont voici l'énumération :

SUCCESSIONS.	NOMBRE.
1 à 500 francs	50 805
501 à 2 000 francs	71 397
2 001 à 10 000 francs	132 996
10 001 à 50 000 francs	97 793
50 001 à 100 000 francs	117 606
100 001 à 250 000 francs	10 053
250 001 à 500 000 francs	3 006
500 001 à 1 million	1 352
1 million à 2 millions	572
2 millions à 5 millions	239
5 millions à 10 millions	48
10 millions à 50 millions	14
Au-dessus de 50 millions	2
Totaux	385 943

Cette statistique est éloquente. La France est un pays de petite propriété qui ne doit pas s'abandonner au communisme.

CHRONIQUE DU MONDE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Concours pour l'emploi d'élève géographe-dessinateur. — Le concours d'admission à l'école des dessinateurs du Service géographique aura lieu à Paris, au Service géographique de l'armée, 140, rue de Grenelle, les 2, 3 et 4 juillet 1928.

Les candidats doivent être âgés de seize ans au moins et de dix-huit ans au plus à l'époque du concours.

Les limites d'âge ci-dessus exigées les années précédentes restent maintenues, mais il importe de remarquer que l'inscription au concours et l'admission à l'école ne dispensent en rien les candidats de leurs obligations militaires et ne constituent aucun motif de sursis à invoquer en cas d'appel.

Les demandes d'inscription devront être adressées au général directeur du Service géographique, 136 *bis*, rue de Grenelle, avant le 15 juin 1928. Elles devront être accompagnées des pièces suivantes :

1° Acte de naissance dûment légalisé ;

2° Déclaration du père, de la mere ou du tuteur, s'engageant à pourvoir aux besoins matériels des élèves pendant les deux années d'études ;

3° Certificat de bonne vie et mœurs ;

4° Certificat d'études primaires ou tout autre certificat analogue obtenu dans les écoles de dessin, les ateliers, les écoles d'adultes, etc.

Digitized by Google

Une exposition de motoculture aura lieu sur le territoire de la commune de Buc (Seine-et-Oise), du 2 au 7 octobre 1928.

Cette exposition comprendra les sections suivantes : tracteurs agricoles et moteurs agricoles fixes munis de gazogènes, ayant pris part aux expériences qui auront lieu à l'école d'agriculture de Grignon ; camions militaires à gazogènes présentés par le ministère de la Guerre ; appareils mobiles pour la carbonisation du bois en forêt présentés en état de fonctionnement ; appareils d'abatage mécanique des bois, présentés en état de fonctionnement ; appareils de labourage électrique et d'application de l'électricité aux travaux de la ferme, présentés en état de fonctionnement ; appareils de drainage mécanique, également en état de fonctionnement.

Les intéressés devront adresser leurs demandes d'admission au ministère de l'Agriculture, bureau 49 *bis*, avant le 20 août 1928.

Le IIe Congrès de la Tourbe, qui sera le premier Congrès international, se tiendra à Laon (Aisne), du 8 au 12 juillet 1928, avec le concours de l'Office national des Combustibles liquides, du Comité central de culture mécanique, de l'Automobile Club de France, de la Société nationale d'encouragement à l'agriculture. Le convoi des véhicules prenant part au Rallye des carburants organisé par l'Automobile-Club passera par Laon le 10 juillet, ce qui permettra de se rendre compte du fonctionnement des véhicules alimentés par gazogènes à tourbe.

Une première section s'occupera de la géologie des tourbières et de la chimie physique du produit. La seconde, de la prospection et de l'aménagement des tourbières. La troisième, de leur exploitation et du traitement de la tourbe extraite. La quatrième, de l'organisation économique des industries de la tourbe.

Les Flamands à l'Université de Gand. — Le *Bulletin* de la Ligue pour l'unité belge, présidée par le professeur Bordet, publie des chiffres très suggestifs au sujet de la population estudiantine de l'Université de Gand, que l'on a voulu flamandiser :

En 1923-1924 : 30 élèves flamands, 363 français ;
En 1924-1925 : 50 élèves flamands, 827 français ;
En 1925-1926 : 128 élèves flamands, 906 français ;
En 1926-1927 : 140 élèves flamands, 1 226 français ;
En 1927-1928 : 172 élèves flamands, 1 196 français.

D'autre part, on compte actuellement :

A la faculté de droit (2e année) : 0 élève au cours flamand, 18 au cours français.

A la faculté de médecine (doctorat 1re année) : 0 en section flamande, 21 en section française.

Au grade de candidat ingénieur (1re année) : 0 flamand, 23 français (2e année) : 1 flamand, 25 français.

A l'école préparatoire du génie civil (1re année) : 1 flamand, 91 français ; (2e année) : 1 flamand, 70 français ; (au grade de conducteur, 2e année) : 0 flamand, 80 français (ingénieurs civils 1re année) : 1 flamand, 83 français ; (id., 2e année) : 1 flamand, 87 français : (ingénieurs chimistes, 2e année) : 0 flamand, 25 français.

CHRONIQUE INDUSTRIELLE

Le Service des Poudres pendant la guerre 1914-1928

Un récent ouvrage (1) de M. R. Pique, agent technique principal des poudres, donne d'intéressants renseignements statistiques sur l'activité de ce service au cours de la guerre mondiale.

Treize établissements (dix poudreries et trois raffineries) employant 7 762 personnes, fonctionnaient en juillet 1914 ; une raffinerie étant à Lille et la poudrerie d'Esquerdes dans la zone des armées, furent inutilisables dès les premières semaines. Dans la fin de 1914, on en créa cinq : à Chedde en Savoie, deux à Saint-Fons, une à Neuville, qui fut détruite par une explosion en février 1917, et à Port-Saint-Louis-du-Rhône. En 1915, deux autres à Blanc-Pignon et Castres ; et en 1916 à Bergerac, Sorgues, Bassens et Oissel. Au moment de l'armistice, il y avait 21 poudreries en service, y compris les établissements de recherches pour l'artillerie à Grenoble et au Bouchet, plus deux raffineries de salpêtre (Marseille et Bordeaux).

Avant la guerre, ces poudreries fabriquaient par jour 33 tonnes de poudre nitro-cellulosique dite B, 24 de coton-poudre, 5 d'explosifs nitratés, autant d'explosifs chloratés, 20 d'explosifs de guerre (nous ne tenons pas compte des poudres de chasse et de mine ; il ne fut employé, dans toute la guerre, que 15 tonnes et demie de poudre noire, pour amorces de fusées et tubes). Les prévisions des compétences officielles annonçant qu'une guerre serait courte et toute de mouvement, sans arrosage intensif et prolongé du champ de bataille, on tablait sur une production journalière de 24 tonnes 280 de poudre B (donc moins qu'en temps de paix) sur lesquels 8 seraient pour la Marine. Cet extraordinaire programme, dont aucun nom, bien entendu, ne se trouve être responsable, devait se révéler vingt-cinq fois trop faible. Dès septembre 1924, les armées demandaient 40 tonnes de poudre B par jour et autant d'explosifs. En juillet 1915, le programme pour janvier 1916 décuplait ce chiffre, demandant 408 tonnes d'explosifs nitrés et nitratés, 109 de chloratés et perchloratés, 186 de poudre B. Un an après (25 juin, avec réalisation prévue pour le début d'octobre) le tonnage d'explosifs azotés était plus que doublé (940 tonnes par jour), 124 de chloratés et perchloratés, 640 de poudre B et balistites.

Au moment de l'armistice, les poudreries d'Etat étaient en mesure de fournir journellement 410 tonnes de poudre B, 855 d'explosifs nitrés et nitratés (sans compter 425 de fulmi-coton), 300 d'explosifs chloratés et perchloratés. Il faut ajouter la capacité de production des usines privées et les importations, qui se montèrent en quatre ans à 171 000 tonnes de poudre B et 48 000 de fulmi-coton.

Naturellement, le personnel dut être augmenté dans

(1) Société de Publications colloïdales, éditeur, Paris.

Digitized by Google

des proportions considérables : dès janvier 1915 il atteignait 12 000, plus de 53 000 un an après, et 120 149 en janvier 1917, sans compter les officiers détachés. En 1918, le chiffre diminuait à 102 610 en janvier, et à 90 000 au moment de l'armistice, Angoulême, Bergerac et Saint-Médard employant chacune 10 000 à 14 000 personnes. En outre, un personnel de recherches et d'administration centrale d'environ 200 spécialistes.

Il ne faut pas omettre la fabrication des projectiles et tubes à gaz, lesquels furent en partie chargés par le Service des Poudres (Angoulême fabriqua jusqu'à 12 tonnes d'ypérite par jour). On produisit plus de 13 millions d'obus toxiques ou suffocants de 75, et 4 millions de gros calibres, sans compter les grenades et les bouteilles de gaz comprimé.

La plus grosse difficulté était l'approvisionnement en matières premières, surtout lors de la guerre sous-marine sans restriction faite par les Allemands et coïncidant avec une demande considérable de projectiles et de gargousses. Le coton nécessaire passa de 5 756 tonnes en 1914, à 135 000 tonnes en 1917. L'alcool, dont il était prévu une dépense de 500 hectolitres par jour, fut employé à la cadence de 7 600 hectolitres journaliers la même année. Le Service des Poudres a consommé 2 760 000 tonnes d'acide sulfurique ordinaire et 600 000 d'oléum pendant la guerre, pour lesquels le sol français ne fournissait que 1/60e des pyrites nécessaires. Mais les explosifs brisants furent plus exigeants encore : le programme de mobilisation ne prévoyait le chargement que de 4 200 obus par jour ! Or, dès septembre 1914, on en lançait 50 000 par jour. En 1917, il fallait fabriquer 250 tonnes de phénol par vingt-quatre heures, correspondant à près d'un demi-million de kilogrammes de mélinite. Et les usines à benzol étaient pour la plupart dans les régions houillères du Nord envahi. On fabriqua aussi journellement 160 tonnes de chlorates et 45 de schnéidérite, sans parler de divers phénols nitrés. Enfin en quinze cents jours de guerre on brûla 446 000 tonnes de poudre B, dont 150 000 tonnes en 1917 seulement.

Si l'on considère que beaucoup d'usines se trouvaient en zone envahie et hors d'état de collaborer à la fabrication, que peu de spécialistes capables d'en former d'autres et de diriger de nouveaux ateliers étaient laissés disponibles par la mobilisation aveugle et massive, on admirera l'effort qu'a pu donner de façon aussi intensive et aussi continu le Service des Poudres.

Le pétrole-roi et ses grands vassaux

La production du pétrole et sa distribution au prorata des besoins des diverses nations est une question qui a pris une telle importance qu'il est nécessaire aujourd'hui, ne fût-on pas économiste ou lié par profession aux questions d'énergie industrielle, d'avoir une idée d'ensemble sur cette production qui se rattache à la fois à l'industrie minière et des transports, au commerce et à la haute finance internationale, et à l'économie politique ; ainsi que sur l'énormité des intérêts qui s'y trouvent en jeu. Un quotidien de création récente (*La Rumeur*) a publié sur ce sujet une brève étude très simple qui fixera les idées de nos lecteurs et qu'ils liront avec intérêt.

***

Le mot pétrole est l'un de ceux que, depuis quelque temps, on retrouve à chaque instant : c'est devenu une véritable obsession, dont l'on n'est sans doute pas près d'être débarrassé, puisque, entre autres, il est dit, dans le projet relatif à l'importation du pétrole qui vient d'être, ces jours-ci, adopté par la Chambre, qu'à partir d'une date qui sera fixée par décret, au plus tard dans les six mois suivant la promulgation de la présente loi, l'importation en gros du pétrole brut, de ses dérivés et résidus, sera effectuée sous le contrôle de l'Etat, soit sous le régime de l'autorisation institué par la loi du 10 janvier 1925, soit sous le régime de l'autorisation spéciale, le même article premier ajoutant que sera placée sous le régime de l'autorisation spéciale toute importation égale ou supérieure à 300 tonnes par mois.

S'il a été si souvent question du pétrole, c'est que, en général, il est devenu un sujet de préoccupation mondiale, chacun se demandant comment il fera face à des besoins qui augmentent sans cesse, et, en particulier, que l'attention a été violemment sollicitée par le différend qui a tout récemment surgi entre les deux puissants trusts qui contrôlent, à eux deux, la production pétrolière du monde entier.

Un journal viennois publie, en effet, les déclarations très importantes qui suivent, faites par sir Henry Deterding au sujet de la politique de sa Compagnie, relativement à l'achat du pétrole soviétique.

« En 1926, la Shell avait décidé de ne plus acheter de pétrole russe ; elle demanda aux Standard's d'en faire autant, mais ceux-ci refusèrent. Je fis donc savoir que je lutterai jusqu'à mon dernier souffle pour empêcher que les Standard's vendent du pétrole russe sur le marché indien. Ma politique a un caractère purement commercial, car l'Asiatic Petroleum Company, une filiale de la Royal Dutch dans les Indes, a vendu les quantités suivantes, sur les marchés de Ceylan et des Indes : en 1923, plus de 8 460 000 gallons; en 1924, plus de 10 900 000; gallons en 1925, plus de 4 703 000 gallons.

« Le 19 septembre 1927, notre représentant a averti les Standard's que la Shell qui comprend les Sociétés Asiatic Petroleum et la Burmah Oil, laquelle livre plus de 70 p. 100 de la consommation des Indes, réduirait ses prix, aussitôt que le pétrole russe serait vendu sur le marché indien.

« Le 23 septembre, nous avons commencé la réduction des prix et cette réduction se poursuit actuellement. Les pertes subies déjà sont énormes et l'on ne peut savoir à quoi mènera cette lutte. »

Ajoutons que la Shell peut aisément fournir du pétrole aux Indes, car elle possède des puits en Roumanie, tandis que les Standard's seraient obligés de le transporter. Or, ses puits se trouvent à une distance de 5 000 milles.

Par conséquent les compagnies américaines sont obligées de se fournir en Russie et en Asie Mineure.

***

Comment pourrait-on, d'ailleurs, rester indifférent au problème du pétrole, quand l'on considère la multiplicité de son usage, sa qualité de produit de première nécessité, à telle enseigne que sa privation totale prendrait vite les proportions d'une catastrophe?

Digitized by Google

Les statistiques américaines fournissent, à cet égard, des chiffres impressionnants : on sait que les Américains sont les plus gros producteurs de véhicules à moteur, et les données les concernant en particulier aideront à fixer les idées sur ce que peuvent être les progrès de la consommation du pétrole.

En 1914, les Etats-Unis ont produit 543 841 voitures et 25 375 camions ; il n'a fallu que dix ans pour que ces chiffres passent respectivement à 3 243 285 et 374 317 : telle est, en effet, la production accusée pour 1924. Dans les années suivantes, on a pu observer un recul momentané de la production américaine dû plus notamment à la diminution de la production des usines Ford ; mais, cette année, on repart de l'avant, avec une nouvelle vigueur, qui permet dès à présent d'évaluer la production annuelle à 5 millions de véhicules.

Encore l'automobile n'est-elle pas la seule application du pétrole. De nombreuses machines à combustion interne sont aussi employées, tant par l'industrie que par la navigation. En ce qui touche la navigation, précisément, on observe la substitution rapide, aux moteurs à vapeur, des moteurs à combustion interne : ainsi, de 1918 à 1926, sur le tonnage annuel lancé c'est en faveur de ces derniers que penche visiblement la balance.

L'utilisation de l'essence ou huile légère du pétrole dans les moteurs d'automobiles, d'avions, de navires ou dans l'industrie, si elle est la plus couramment connue, est loin d'être la seule. Il ne faut pas perdre de vue que, par la distillation, on obtient les huiles lourdes pour l'alimentation des moteurs genre Diésel, les paraffines, les vaselines, les huiles de graissage, l'asphalte et le noir de fumée Et même de ce qu'il semblerait qu'on ne pût rien tirer. des résidus de la distillation, on fait du « black carbon » qui sert pour la clarification !

C'est de cette richesse que, par toutes sortes de combinaisons plus ingénieuses les unes que les autres : absorptions, contrats, prises d'intérêts, etc., deux grands trusts ont fini par acquérir le contrôle.

La *Standard Oil*, constituée en 1870, a commencé le mouvement. Elle avait, à l'origine, un capital bien modeste, surtout pour une entreprise américaine, d'un million de dollars. Elle n'a pas agi par concentration, mais par diffusion, au moyen de la création de filiales, et en s'assurant, par des conventions successives, le monopole du transport du pétrole et de ses dérivés. En fait, la *Standard Oil* ne fournit que 18 p. 100 de la production américaine, qui représente elle-même plus de 70 p. 100 de la production mondiale ; mais c'est elle qui a la haute main sur le transport de 95 p. 100 de cette production et dans des conditions telles que personne ne s'est hasardé à lui disputer la place unique qu'elle s'est faite par des extensions successives.

Il eût été bien étonnant que l'Angleterre ne finit pas par s'émouvoir de cette situation. Est-ce que les postes de ravitaillement en charbon des navires, qu'elle avait installés, allaient devenir sans objet ou n'avoir plus qu'une faible importance?

Il lui fallait donc de toute nécessité s'adapter à des conditions aussi menaçantes pour elle, la substitution du pétrole au charbon sur les navires pouvant lui porter un coup quasi-mortel. De là est née la *Royal Dutch-Shell*, provenant de la fusion d'une société hollandaise, la *Royal Dutch*, créée en 1890, en vue du contrôle de la production pétrolière des Indes Néerlandaises et de la *Shell-Transport*, qui naissait sept ans plus tard avec d'ailleurs un tout autre objet que le pétrole : le commerce de l'écaille ; mais bientôt elle s'occupait du pétrole et, dès 1900, on la trouvait à la tête d'importantes concessions pétrolières à Bornéo. Au lieu de se faire une concurrence préjudiciable à toutes deux et qui les eût singulièrement affaiblies en face de la *Standard Oil*, la *Royal Dutch* et la *Shell-Transport* conclurent une étroite communauté d'intérêts.

On a parlé aussi d'une troisième puissante société pétrolière, l'*Anglo-Persian*, mais celle-ci travaille d'accord avec la *Royal Dutch*, et son étiquette anglaise indique assez, dans la lutte, de quel côté elle se trouve.

Dans de telles conditions, on conçoit aisément que les divers Etats se préoccupent d'assurer leur approvisionnement en pétrole : c'est dans ce domaine que se sont affirmées, au cours des négociations internationales de la dernière période, les rivalités les plus ardentes. Aussi bien le problème du pétrole est-il devenu un problème vital dont personne aujourd'hui ne saurait plus se dissimuler l'importance.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

La prospérité canadienne. — *La Science Moderne* insiste très fréquemment sur le développement aussi heureux que rapide de la culture, du commerce, de l'industrie et de la richesse nationale et privée au Canada. C'est qu'il n'est en effet aucun pays à l'heure actuelle qui soit en voie de développement à un pareil degré. Les Français entendent souvent parler des progrès des Etats-Unis, de l'Argentine et du Maroc. Il est bon qu'ils sachent, et nous ne cesserons de nous y appliquer, que ceux du Canada, quatre fois moins peuplé que la France et où tant de gens même demi-instruits ne voient encore avec Voltaire que « quelques arpents de neige », dépassent tout ce qu'on peut noter dans le reste du monde depuis plus de dix ans. L'amplification de tous les domaines économiques et intellectuels de ce pays sera un phénomène si considérable du xx^e siècle, que l'on ne doit pas cesser de le suivre et de s'y intéresser. On ne s'étonnera donc pas de voir souvent revenir cette rubrique.

Les indices de la prospérité canadienne sont nombreux. Pour le bâtiment, le montant total des permis de construction s'élève à 185 millions au lieu de 156 millions en 1926. Les recettes du Canadien-Pacifique et des Chemins de fer nationaux sont en progrès sur celles de la précédente année.

Les opérations de banque marquent une progression de 19 p. 100 sur 1926 et de 28 p. 100 sur 1925. A la Bourse de Montréal et de Toronto, les échanges atteignent des chiffres records.

L'épargne canadienne figure dans le rapport de décembre des banques par 1 444 millions de dépôts à préavis contre 1 341 le mois précédent.

Rappelons que pour l'année 1927 les importations ont été de $ 1 087 117 931 et les exportations de $ 1 218 millions 336 773, soit un excédent de 131 millions.

L'augmentation de la fortune publique. — La plupart des banques canadiennes ont tenu au cours des deux derniers mois leurs assemblées annuelles, qui ont donné lieu à des analyses de la situation générale. Faire la synthèse de ces revues, c'est établir le bilan du pays. Les éléments fondamentaux de l'économie nationale accusent des conditions saines. L'agriculture est, dans l'ensemble, d'autant plus prospère, qu'elle a connu trois bonnes années de suite. Le rendement des mines a été plus élevé que jamais en 1927 et des vastes travaux entrepris dans diverses régions apparemment riches en minerais divers ouvrent d'encourageantes perspectives. Si le commerce du bois de construction n'est pas encore dans un état satisfaisant, l'industrie des pâtes et papiers a augmenté son rendement. L'aménagement des forces hydrauliques a été poussé depuis un an avec une activité sans précédent. L'industrie manufacturière, en comprimant ses frais généraux, a réussi à surmonter les sérieuses difficultés suscitées à la fois par la baisse prolongée des prix et l'âpreté croissante de la concurrence, et sa production a été, selon toute vraisemblacne, plus volumineuse que jamais, l'année dernière. Les entreprises de construction ont pris en 1927 une ampleur inconnue jusqu'alors, sauf en 1912, époque de « boom ». Cette grande activité économique a provoqué la plus forte demande de la main-d'œuvre que les statistiques eussent encore enregistrée. L'accroissement de la somme des salaires a porté à un nouveau sommet le montant de l'épargne dans les banques, source de capitaux nouveaux. Un simple rapprochement permet de mesurer l'augmentation de la fortune publique depuis une douzaine d'années ; la valeur des seules obligations de gouvernements et municipalités du pays et de divers Etats étrangers dans le portefeuille canadien, qui n'était que d'environ 300 000 000 de dollars en 1914, dépassait les 3 milliards, estime-t-on, en 1927.

(*Le Bulletin de la Banque Canadienne Nationale.*)

Les capitaux canadiens. — Près d'un milliard et demi placés dans les pays étrangers. — Les Canadiens ont, depuis la guerre, considérablement augmenté leurs intérêts dans les pays étrangers, tels que dépôts dans les banques, entre autres dans celles de Londres et de New-York, participations aux entreprises de chemins de fer aux Etats-Unis, placements en valeurs étrangères par les banques, les sociétés d'assurances, les sociétés financières du Canada, sans compter les particuliers.

Le *Financial Post* estime qu'au 1^er janvier de cette année les intérêts canadiens à l'étranger atteignaient la somme de $ 1 362 400 000 ; il les répartit comme suit : 118 millions en Grande-Bretagne, $ 722 200 000 aux Etats-Unis et $ 522 200 000 en d'autres pays. Le journal financier calcule que ces divers placements ont rapporté l'an dernier en dividendes et intérêts de toutes sortes la somme de 63 millions de dollars, dont 6 millions produits par les placements en Grande-Bretagne, 34 millions par ceux aux Etats-Unis, et 23 millions par ceux dans les autres pays.

Les assurances au Canada. — Les assurances sur la vie au Canada ont atteint l'an dernier une moyenne par tête d'habitant de $ 450. Ce pays n'est dépassé que par les Etats-Unis, dont la moyenne par tête d'habitant a été de $ 600. Le total des assurances-vie en 1927 dans le Dominion a atteint le chiffre de $ 5 400 millions.

Les installations électriques du Saguenay : Une nouvelle ville à la Chute-à-Caron. — Le développement industriel de la région du lac Saint-Jean, dans la province de Québec, après avoir donné lieu à la fondation d'Arvida et de Dolbau, est en train de donner naissance à un troisième centre d'activité. L'Alcoa Power C^o, en effet, a commencé le deuxième grand développement d'énergie électrique de la rivière Saguenay et ses usines vont s'élever vis-à-vis la Chute-à-Caron, à 8 kilomètres d'Arvida, au confluent de la petite rivière de Shipshaw ; deux installations différentes développeront, l'une 300 000 CV sur le Saguenay, une autre environ 900 000 CV sur le tributaire Shipshaw. C'est autour de ces deux usines que s'étendra la nouvelle ville au fur et à mesure du développement des installations de la société électrique.

Quand celles-ci seront complètement terminées, les 120 000 CV de l'Alcoa Power C^o s'ajouteront aux 540 000 CV développés à l'île Maligne pour former le total imposant de 1 740 000 CV que produiront les installations électriques de la rivière Saguenay.

Le Commerce du Canada avec la Grande-Bretagne. — L'année 1927 a vu les importations de Grande-Bretagne au Canada augmenter de 18 millions de dollars, tandis

Digitized by Google

que les exportations du Canada vers l'Angleterre ont diminué de 48 millions sur l'année précédente. Le Canada a importé de Grande-Bretagne des liqueurs pour une valeur de 36 millions de dollars, soit 12 millions de plus qu'en 1926 ; des machines pour 5 millions de dollars et du charbon anthracite pour 4 millions de dollars de plus que l'année précédente. L'exportation du bétail est tombée de 73 668 têtes en 1926 à 5 834 en 1927.

Le Canada produira en 1928 le tiers de la consommation mondiale de papier. — M. L.-R. Wilson, ancien président de la Canadian Pulp and Paper Association, a déclaré que le Canada produira au cours de cette année plus de 3 millions de tonnes de papier à journal. Cela représente 32 p. 100 de la consommation de papier dans le monde entier.

Les expéditions de céréales. — Voici quelques chiffres concernant les expéditions de céréales qui ont été faites par les différents ports du Canada en 1927. Il a été expédié par Montréal : 197 522 230 boisseaux ; par Vancouver, 50 847 482 boisseaux ; par Port-Arthur et Fort William, 289 172 722 boisseaux, et par Port Colborne, 110 166 303.

Les constructions maritimes au Canada. — Le tonnage des navires construits en 1927 dans les Dominions britanniques s'est élevé à 30 250 tonnes. Le Canada seul entre dans ce chiffre pour 23 773 tonnes.

Indiens et Esquimaux. — D'après les dernières statistiques, les Indiens du Canada sont au nombre de 104 894 et les Esquimaux au nombre de 6 184.

La statistique révèle également que l'Indien du Canada se fixe de plus en plus à la terre ; en 1926 les terres cultivées par les différentes tribus occupaient une étendue d'environ 37 000 hectares et ont produit 1 340 000 boisseaux de blé ; les Indiens possédaient également, à cette époque, 95 000 têtes de bétail.

La production d'hélium au Canada (Alberta). — L'intérêt que suscite actuellement le projet d'établir un service de dirigeables entre la Grande-Bretagne et l'Inde soulève la question de savoir si le Canada peut produire de l'hélium en quantités commerciales.

Le dirigeable américain *Shenandoah* a été le premier navire aérien à utiliser l'hélium, et c'est sans doute à cette circonstance qu'il doit d'avoir pu résister à la tempête qui l'enleva de son mât d'attache il y a quelques semaines. Bien que la force ascensionnelle de l'hélium soit de 50 p. 100 moindre que celle de l'hydrogène, son ininflammabilité fait plus que contrebalancer ce désavantage. Le principal obstacle à son emploi est le fait qu'il revient à un prix très élevé et qu'il est relativement rare.

Une récente étude des ressources américaines en hélium, effectuée par le bureau des Mines des Etats-Unis, a démontré qu'un grand nombre de gaz naturels répartis dans plusieurs Etats contiennent jusqu'à 0,5 p. 100 d'hélium. On a constaté qu'un plus petit nombre de gaz en contenaient de 0,5 à 1,0 p. 100, et ces derniers seuls sont actuellement considérés comme susceptibles de fournir de l'hélium en quantités commerciales. On prétend que plus de 50 000 000 de pieds cubes d'hélium pourraient être produits annuellement dans cinq ou six usines et que, au besoin, cette production pourrait être doublée.

Le prix de revient de l'hélium produit dans les deux usines construites à Fort-Worth (Texas) vers la fin de la guerre a varié entre $150 et $100 par mille pieds cubes. On pense qu'on pourra réduire le coût à $30 dans l'usine qui doit être installée selon le plan de l'usine semi-commerciale que l'on exploite actuellement à titre d'expérience.

A la demande du gouvernement anglais, une étude des ressources en hélium de l'empire britannique a été entreprise en 1915 sous la direction du professeur J. C. M. Lennan, de l'Université de Toronto. Les résultats de cette étude sont contenus dans le bulletin nº 31 publié par le Service minier. Ils démontrent que la zone de gaz naturel de Bow Island (Alberta) constitue la source la plus riche qu'il y ait dans l'empire pour la production commerciale de l'hélium. Ce gaz naturel en contient 0,33 p. 100. On a érigé à Calgary en 1919 une usine d'expérimentation qui durant les quatre mois de son fonctionnement a produit 60 000 pieds cubes d'hélium de divers degrés de pureté.

Au cours de l'année dernière le service minier du ministère des Mines a commencé une étude supplémentaire des ressources du Canada en gaz naturel et en hélium. Cette tâche comporte la réunion des données les plus récentes sur l'hélium. Des échantillons de gaz provenant des nouveaux puits ont déjà été recueillis et analysés.

L'Ontario et l'Alberta sont les deux seules provinces canadiennes qui possèdent du gaz naturel en quantités commerciales. Plusieurs gaz de l'Ontario ont une teneur en hélium d'environ 0,3 p. 100, en particulier ceux des comtés de Brant et d'Aldimand, mais ces gaz proviennent de puits d'un faible débit dans des zones à gaz déjà sur leur déclin. On ne pourrait en extraire qu'une quantité minime d'hélium.

Dans l'Alberta, les terrains gazifères de Box Island commencent à donner des signes d'épuisement. On avait estimé en 1916 qu'environ 12 000 000 de pieds cubes d'hélium pourraient être extraits annuellement du gaz qui approvisionne Calgary. Cette estimation était probablement trop forte, et la production annuelle serait à l'époque actuelle beaucoup moins considérable, étant donné surtout que les puits ne sont exploités qu'en hiver. Calgary ne conviendrait plus comme centre d'extraction car le gaz qui l'approvisionne est un mélange de gaz provenant de la région de Turner Valley et de celle de Box Island. Le premier de ces gaz a une très faible teneur en hélium.

Une nouvelle source déjà découverte est la zone de Foremost, 40 milles au sud de Bow Island. Le premier puits foré dans cette région a un débit régulier de 15 000 000 de pieds cubes de gaz par jour et est le plus fort producteur du Canada. La teneur en hélium de ce gaz est de 0,2 p. 100. Les gaz des zones de l'Alberta centrale, à Viking et à Wainwright, n'en contiennent que 0,06 p. 100. Le gaz extrait à Medicine Hat et à Many Islands n'a également qu'une faible teneur en hélium.

Il serait peut-être possible d'extraire annuellement 15 000 000 de pieds cubes d'hélium des gaz naturels de l'Alberta méridional. Cette quantité suffirait à approvisionner cinq ou six dirigeables de la classe des « R » actuels. Le prix de revient serait relativement plus élevé qu'aux Etats-Unis où l'on traite du gaz contenant 0,94 p. 100 d'hélium. Il faudrait en outre effectuer des recherches considérables avant de pouvoir réaliser l'installation et la mise en marche sur une base commerciale d'une usine à grand rendement.

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA T.S.F.

UN CHANGEUR DE FRÉQUENCE TRÈS SIMPLE

Dans notre précédente chronique, nous avons attiré l'attention de nos lecteurs sur les prix assez élevés des appareils récepteurs modernes, et nous avons proposé aux amateurs peu fortunés qui veulent bien se contenter de recevoir quelques émissions seulement, un bon poste à galène fonctionnant sur antenne bien établie. Si les ressources pécuniaires de notre amateur sont un peu plus importantes, nous lui conseillons la détectrice à réaction, dont nous avons donné une étude de construction dans le nº d'avril 1925 de la *Science Moderne*. Il augmentera ensuite sa portée en la faisant précéder d'une lampe haute fréquence, puis suivre d'un étage B. F.

Nous allons traiter aujourd'hui du montage d'un poste moderne à changement de fréquence en le simplifiant au maximum.

Nous aurons donc ainsi un appareil à cinq lampes seulement qui nous donnera sur cadre tous les postes européens.

Le schéma est donné par la figure 1.

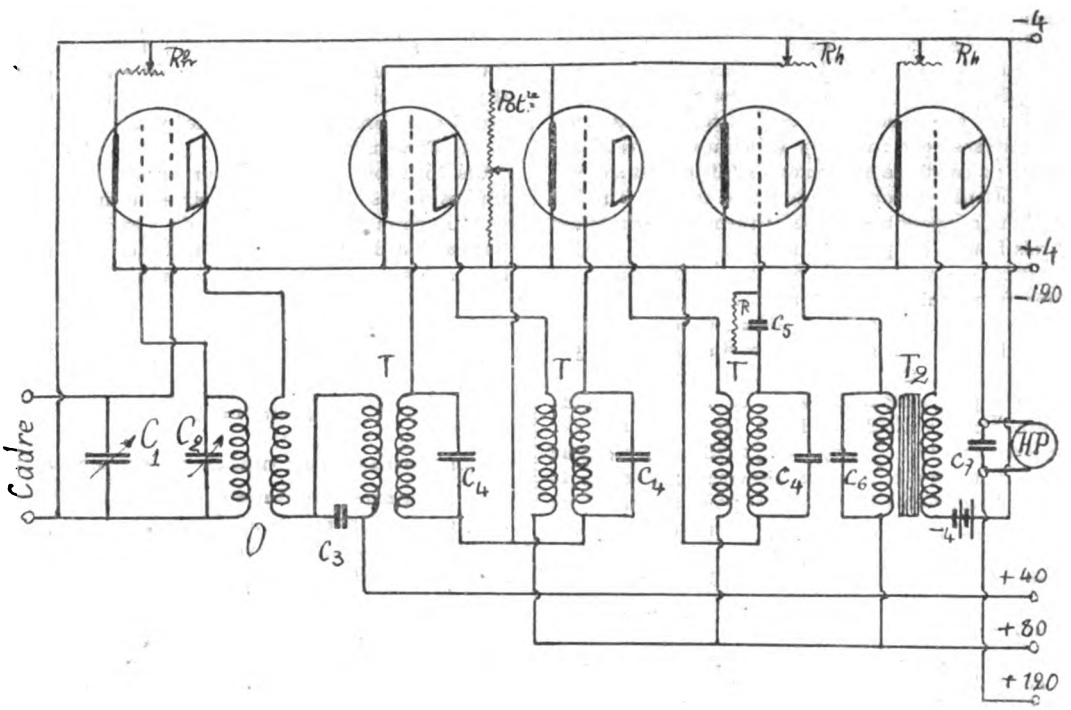
C_1 est le condensateur d'accord sur cadre, square law, capacité 0,5 millièmes de microfarad.

C_2, condensateur d'oscillation, square law, 0,5 millièmes de microfarad.

L'ensemble des deux bobines oscillatrices est vendu dans le commerce sous le nom d'oscillatrices et se présente sous la forme de bobines recouvertes d'un boîtier, terminé par quatre broches, disposées comme celles des lampes, ce qui permet de les monter sur un support de lampes.

Il faut deux jeux d'oscillatrices, l'une pour les petites ondes, l'autre pour les grandes ondes.

Les trois transformateurs moyenne fréquence T sont identiques. On les trouve dans le commerce sous forme



Le dispositif changeur de fréquence le plus simple est le montage à lampe bigrille qui n'exige qu'une seule lampe, un condensateur variable et un jeu de deux bobines oscillatrices, l'une pour les grandes ondes, l'autre pour les petites ondes (1). On recevra sur cadre, ce qui simplifie le circuit d'accord, comprenant, outre le cadre, un simple condensateur variable.

Pour la moyenne fréquence, qui fait la puissance du poste, on ne peut descendre au-dessous de deux étages, ce qui exige deux lampes. Cette amplification M. F. sera suivie de la lampe détectrice et d'un seul étage à basse fréquence avec lampe de puissance.

(1) Pour l'explication du fonctionnement du chargeur de fréquence à lampe bigrille, se reporter à notre chronifique de janvier 1926.

de bobines cylindriques en ébonite, montées avec quatre broches pour se fixer sur des supports de lampes. Il en existe qui sont accordés sur une longueur d'onde fixe, dans ce cas les condensateurs C_1 sont à supprimer. Au contraire, s'ils ne sont pas accordés, tout en restant identiques, on monte les condensateurs C_1 pour les accorder, la capacité de ces condensateurs est la même, on a ainsi un accord fixe qu'il est difficile d'étalonner par l'amateur, mais qui est le même pour les trois transformateurs. On donne à ces condensateurs C_1 une capacité fixe de 0,5 millièmes de microfarad. Même avec transformateurs accordés le condensateur primaire C_3 est indispensable, car le primaire est en série dans le circuit plaque de l'oscillatrice et il faut laisser passer les oscillations haute fréquence que le transformateur, réglé sur la moyenne fréquence, ne laisserait pas passer. On

Digitized by Google

lui donne une valeur fixe de 0,5 millièmes de microfarad.

Le reste de l'appareil est classique. Nous avons la détectrice avec son condensateur shunté : c_5 = 0,15 millièmes de microfarads R = 1 mégohm.

Dans la basse fréquence le transformateur T_2 sera du rapport 1/3, de la meilleure qualité possible, ayant un facteur d'amplification à peu près constant pour toute l'étendue de l'échelle musicale. Les condensateurs C_6 et, C_7 auront 4 millièmes de microfarad.

La grille sera polarisée à — 4 volts par une pile de 4 volts. et la lampe amplificatrice sera une lampe de puissance qui exige 120 volts de tension plaque. On peut à la rigueur, si l'on ne dispose pas de cette tension, utiliser 80 volts avec une lampe amplificatrice moins puissante, mais l'audition sera plus faible.

Il faut un rhéostat de chauffage par groupe distinct de lampes, soit un pour la bigrille, un pour les deux amplificatrices moyenne fréquence, et un pour la basse fréquence.

Pour obtenir le maximum d'amplification moyenne fréquence, il est nécessaire, au lieu de relier les grilles au — 4 du filament de se servir d'un potentiomètre, qui permet de changer le potentiel de cette grille, on règle ce potentiomètre, après tous les autres réglages, jusqu'au maximum d'audition.

Matériel nécessaire : 8 bornes ; 1 jack pour le haut-parleur (ou 2 bornes ; 2c ondensateurs variables square) law 0,5 millièmes de microfard ; 4 condensateurs fixes 0,5 millièmes, sauf dans le cas de transformateurs accordés ; 1 condensateur fixe 0,15 millièmes ; 1 résistance 1 mégohm ; 2 condensateurs fixes 4 millièmes ; 1 support de lampe bigrille ; 8 supports de lampe triode ; 2 rhéostats de chauffage pour une lampe ; 1 rhéostat de chauffage pour trois lampes ; 1 potentiomètre ; 2 bobines oscillatrices petites ondes et grandes ondes ; 3 transformateurs moyenne fréquence ; 1 transformateur basse fréquence 1/3 ; fil de connexion 12/10 émaillé ou bakélisé ; 1 panneau ébonite aux dimensions approximatives de 500 + 300 millimètres. Ces cotes sont à vérifier, car elles dépendent des pièces détachées utilisées dont les dimensions sont très variables suivant les constructeurs ; 1 panneau chêne ou noyer 500 × 250 millimètres (même remarque pour les cotes que ci-dessus) ; 2 équerres cuivre ou aluminium avec leurs vis pour assembler les deux panneaux ; un coffret pour compléter le poste (facultatif).

Et tous les accessoires nécessaires au fonctionnement : pile 120 volts, batterie chauffage 4 volts, piles de polarisation 4 volts, cadre, haut-parleur.

Pour la construction du cadre se reporter à notre chronique de septembre 1927.

Ce poste est le plus simple changeur de fréquence que l'on puisse construire, la sélectivité est très grande et sa puissance suffisante pour recevoir en haut-parleur tous les postes européens sur cadre.

Le peu de place dont nous disposons ne nous permet pas pour ce montage de donner un croquis de la disposition des pièces et du câblage, il nous faudrait un dessin à grande échelle que nous ne pouvons envisager. Le schéma d'ailleurs est toujours suffisant pour le câblage, il suffit de suivre connexion par connexion et de noter par une croix celles qui sont exécutées.

Nous disposerons les pièces de la façon suivante. Sur le panneau ébonite : en haut une ligne de trois rhéostats, savoir : de gauche à droite, rhéostat de la bigrille, potentiomètre, rhéostat de la basse fréquence ; au-dessous les deux condensateurs variables entre lesquels le rhéostat de la moyenne fréquence. A l'extrémité gauche les bornes du cadre, à l'extrémité droite les bornes des batteries et de la pile de polarisation ; le jack du haut-parleur se placera vers la droite.

Sur la planche de chêne, une ligne arrière comprendra les supports de lampe et une ligne avant les supports d'oscillatrice à gauche et de transformateurs, le transformateur basse fréquence sera à droite, chaque transformateur étant en face de la lampe correspondante.

INSTRUMENTS DE MUSIQUE A ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

Instruments de musique à ondes électro-magnétiques. — Nous avons décrit dernièrement (*Science Moderne* de mai 1928) l'appareil musical de M. Theremin. Voici que plusieurs Français sont sur le même problème, et M. Bertrand a présenté dernièrement à la salle Pleyel un orchestre composé de quelques-uns de ses appareils. Ceux-ci, basés sur le même principe que celui de M. Theremin, comportent un cadran gradué sur lequel se meut un index qui indique les différentes notes de la gamme. Alors que dans l'appareil Théremin les sons étaient pour ainsi dire modulés par la main de l'opérateur, sans aucune liaison mécanique avec l'appareil ; dans ces derniers, il y a liaison mécanique, et repérage du son, ce qui permet de jouer de cet appareil comme des instruments à clavier, tandis que l'oreille seule sert de guide dans l'appareil de M. Theremin.

Les sons sont agréables, leur échelle étendue et les timbres variés. Il reste à savoir si le maniement d'un curseur permet la virtuosité de l'exécutant, car, si l'instrument donne de jolis sons, il faut encore les coordonner pour en obtenir un morceau de musique.

A. LECLERC.
Ingénieur E. P. C. I.

INVENTIONS

Un nouveau changement de vitesse automatique.

Un changement de vitesse automatique peut être intéressant quand un moteur fournissant un travail constant rencontre une résistance variable. Dans ce cas, un tel appareil permet d'utiliser, d'une façon permanente, toute l'énergie du moteur sans qu'on ait besoin d'intervenir pour modifier la vitesse de transmission.

D'ailleurs, le problème n'est pas nouveau, car il est particulièrement important pour les automobiles, dont l'allure varie beaucoup (démarrages, freinages, reprises côtes, accélérations) ; alors que le moteur doit autant que possible tourner toujours à sa vitesse de régime normal. Aussi a-t-il déjà reçu diverses solutions ; mais celle qui est décrite ci-après, choisie parmi celles contenues dans une demande de brevet récemment déposée, parait particulièrement simple. Elle est due à M. A. Pailla, lieutenant-colonel du génie en retraite.

Un arbre moteur 1 porte une roue dentée 2 invariablement fixée audit arbre.

Un arbre 3, placé dans le prolongement de l'arbre 1, porte une roue dentée 4 invariablement fixée à l'arbre 3.

Autour de l'axe commun aux arbres 1 et 3, tournent librement deux plateaux 5 et 6. Ces plateaux sont invariablement liés l'un à l'autre par des boulons 7 et portent des axes 8.

Digitized by Google

Sur chacun des axes 8 tournent librement deux satellites dentés 9 et 10 invariablement liés l'un à l'autre. La roue 9 s'engrène avec la roue 2 et la roue 10 s'engrène avec la roue 4.

Voici maintenant la théorie de l'appareil.

Si la roue 2 ne rencontre pas une résistance suffisante, sa vitesse v augmente.

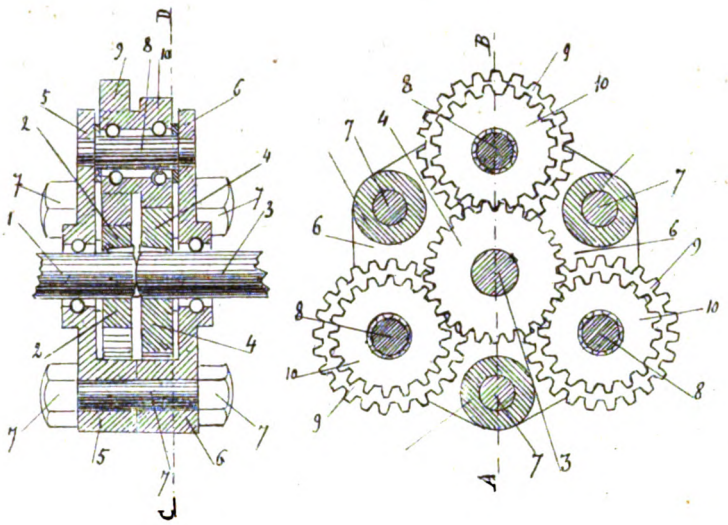
Ou bien la vitesse y des plateaux reste invariable, ou bien elle varie.

Dans la première hypothèse, l'égalité (2) montre qu'à une variation de la vitesse v correspond une variation de même sens de la vitesse z.

Dans la seconde hypothèse, la même égalité prouve qu'à une variation de la vitesse y du plateau correspondent des variations des vitesses v et z égales entre elles.

Schéma d'un dispositif de changement de vitesse

Coupe suivant AB. Coupe suivant CD



Désignant par R le rayon de la roue 2 et par v sa vitesse angulaire de rotation ; par r, le rayon des satellites 9, par r' le rayon des satellites 10 et par x leur vitesse angulaire de rotation ; par y la vitesse angulaire de rotation des plateaux ; par R′ le rayon de la roue 4 et par z sa vitesse angulaire de rotation, on a les relations :

$$(v - y)\,R + r\,x = 0.$$
$$(z - y)\,R' + r'x = 0.$$

D'où l'on tire :

$$v - z = x\,\frac{Rr' - R'r}{RR'} \qquad (1)$$

et

$$\frac{v - y}{z - y} = \frac{R'r}{Rr'} \qquad (2)$$

L'équation (1) montre que si la quantité $Rr' - R'r$ est nulle, on a $v = z$. L'appareil se comporte comme un accouplement rigide. Pour qu'il puisse y avoir changement de vitesse, il faut que $Rr' - R'r$ soit différent de zéro, ce qui donne pour le rapport $\frac{R'r}{Rr'}$ une quantité différente de l'unité.

Supposons cette condition remplie.

On voit qu'à une augmentation de vitesse de l'arbre menant 1 correspond toujours une augmentation de vitesse de l'arbre mené 3.

Les plateaux modifieront d'eux-mêmes leur vitesse jusqu'au moment où il y aura égalité du travail moteur et du travail résistant.

Le nombre de groupes de satellites, supposé de trois dans le schéma ci-joint, peut évidemment être modifié et même être réduit à deux. L'appareil peut également recevoir une autre forme qui le fait ressembler à un différentiel ordinaire, dans lequel chaque satellite conique est remplacé par un groupe de deux satellites solidaires. Enfin l'appareil peut être rendu indépendant des arbres. Toutes ces dispositions, envisagées dans la demande de brevet, ne sont que la réalisation d'une même idée et n'offrent d'intérêt que si les conditions d'emploi de l'appareil sont déterminées ; celles-ci dictent le choix à faire.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

E. GLEY, professeur au Collège de France, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine. **Traité élémentaire de physiologie**, 7e édition. Deux vol. in-8 de XXXVII-517 et 563 pages avec 319 figures. (J. B. Baillière, édit.). Prix, brochés : 95 francs (les deux volumes ne se vendent pas séparément).

Le célèbre Traité que la Physiologie française doit à M. Gley, est une fois de plus remis au courant des derniers progrès scientifiques par l'activité consciencieuse de son auteur, bien qu'il n'ait fallu que fort peu de temps pour épuiser l'édition précédente. On se rendra compte de ces modifications en maintes pages relatives à la composition chimique des organismes, au sang, à la physiologie de la cellule, à l'endocrinologie, au métabolisme, au fonctionnement du système nerveux et du muscle, etc. Le plan général reste le même : morphologie et physiologie cellulaires d'abord (cent pages), puis digestion et absorption ; ensuite circulation, très développée, fonction respiratoire pulmonaire et tissulaire, sensiblement plus brève, ce qui se conçoit du moment que l'auteur ne se propose pas de faire étalage d'une facile et inutile érudition en exposant les innombrables travaux, souvent réduits à de simples suggestions de théories hypothétiques, sur les oxydases cellulaires. Le métabolisme et les échanges glandulaires terminent le premier volume et commencent le second. Puis les fonctions de relations (nerveuses, sensorielles, motrices) occupent trois cents pages, et une quinzaine d'autres forment une conclusion sur le mécanisme et les conditions de la physiologie générale.

C. RIALLAND. — **Comment construire soi-même le meilleur des redresseurs de courants alternatifs**, une broch. in-16 de 48 pages avec 20 figures (Desforges-Girardot, édit.). Prix : 5 francs.

Cette petite brochure, illustrée de croquis très simples, indique comment construire soi-même un redresseur tournant pour transformer le courant alternatif des villes en continu. En effet, avec les progrès de la T. S. F. le besoin se fait sentir, pour l'amateur électricien, d'un courant électrique constant et d'une intensité assez grande ; il a alors recours aux accumulateurs et, bien souvent, ne dispose que du courant du secteur pour les recharger lui-même. Ce courant, s'il est alternatif, ne permettant pas la recharge directe, l'amateur trouvera dans ce petit ouvrage tous les éléments nécessaires pour construire un redresseur à collecteur tournant, silencieux et d'une marche sûre et régulière. Un chapitre sur la construction d'un transfo, amenant le courant au potentiel convenable pour charger la batterie, termine l'ouvrage.

Marc LARCHEVÊQUE, professeur de céramique à l'École professionnelle de Vierzon, **Fabrication industrielle des porcelaines** (1er tome), 1 vol. in-8 (de la *Collection des Grandes Encyclopédies industrielles*) de 480 pages avec 194 figures (J. B. Baillière, édit.). Prix, broché : 80 francs, relié : 92 francs.

La céramique a subi dans ces dernières années d'importantes transformations à la suite de perfectionnements d'outillage (fours et procédés de chauffage, pyromètres...), de découvertes en chimie physique et aussi de nouvelles exigences, dont il suffit de citer deux : les isolateurs sans lignes faibles pour support de lignes à haute tension, et les vases et cornues de grande capacité et de matière inattaquable pour la grosse industrie chimique. Les ouvrages déjà existants devenaient, de ce fait, insuffisants ; et c'est un traité volumineux qu'a entrepris M. Larchevêque pour présenter un travail qui soit à jour et à la hauteur des problèmes actuels dans cette industrie.

Le premier tome vient de paraître : il est consacré (huit chapitres) aux généralités sur la céramique, les matières premières, leur traitement mécanique, leur extraction des carrières, et à leurs essais pyrognostiques, densimétriques, chimiques et chimi-physiques. Un chapitre de cent pages reprend alors l'étude détaillée des principaux matériaux : carbonates calcaires, silice et silicates, feldspaths, câbles, argiles, kaolins, etc., de diverses provenances. Puis on passe à l'étude des pâtes et couvertes (composition, préparation, essais, traitements). Un chapitre encore de cent pages est consacré à la très importante question des matériaux réfractaires servant à préparer le matériel de cuisson ; l'étude en est faite à tous points de vue et avec les plus grands détails. Un dernier chapitre parle enfin du plâtre, de ses propriétés et de son traitement. Le tout forme un ouvrage de grosse importance, et qui n'est qu'une partie de l'œuvre monumentale entreprise par M. Larchevêque.

G. BESSIÈRE, **Le calcul intégral facile et attrayant**. 1 vol. in-16 de VIII-214 pages avec 42 figures. (Dunod, édit.). Prix : 15 fr.

Chez le même éditeur avait paru, il y a déjà plusieurs années, un curieux et amusant livre de Silvanus P. Thomson, sur le calcul infinitésimal. Le livre de M. Bessière adopte la même allure familière et lentement progressive, moins humoristique et moins étroitement concrète peut-être (et encore ! le poulet logarithmique, le mouton intégral, le problème de la casserole de poids minimum et de contenance maxima, procèdent bien de la manière chère à l'école de lord Kelvin). Ce qu'il faut louer, c'est la patience avec laquelle l'auteur admet que le débutant ne sait rien, qu'il faut partir de la table rase et lui définir chaque mot ; et aussi la prudence avec laquelle il progresse, par tout petits chapitres. L'élève est presque déçu en constatant que « ce n'est que ça » ! C'est le plus bel éloge qu'on puisse faire d'un livre d'enseignement. Il faut prévoir en effet, et M. Bessière le dit dans sa préface, que bientôt le calcul des dérivées, des différentielles et des intégrales simples sera du domaine des études primaires supérieures, en attendant mieux encore : un élève de treize ans peut comprendre maints problèmes d'aires, de quadrature, de minimum, de variations de fonctions, etc., bien plus facilement que maints chapitres de géométrie plane auxquels on le condamne dès cet âge. Deux petites critiques seulement : j'aurais désiré à la fin de chaque chapitre — comme dans le Sylvanus Thomson — quelques problèmes gradués ; et d'autre part deux pages consacrées à donner une idée élémentaire du planimètre et de son emploi.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

MÉCANIQUE

La plus puissante locomotive électrique à accumulateurs. — Une machine à accumulateurs pesant 110 tonnes et capable de remorquer un train de 1 500 tonnes, vient d'être commandée par la State Line Generating Co, pour être mise en service à Hammond, dans l'Indiana. Cette locomotive, qui n'a besoin ni de trolley aérien ni d'un troisième rail pour son alimentation en courant électrique, fonctionne sans bruit, fumée ni dangers d'incendie peut atteindre et en beaucoup moins de temps que les locomotives électriques ordinaires son allure maxima. Sa vitesse et sa puissance de traction sur de très lourdes charges égalent largement celles des autres machines, la puissance des moteurs atteignant 1 000 CV. La batterie d'accumulateurs pèse 39 tonnes. Un moteur-générateur, installé dans la cabine du mécanicien, peut permettre la charge de la batterie au moyen d'un courant de réseau, sous la tension de 2 300 volts.

GÉNIE CIVIL

Le chauffage central urbain. — On sait par la presse quotidienne qu'il a été décidé d'installer dans Paris une distribution de calorique à domicile par conduites calorifugées de grand diamètre, installées comme celles de gaz et d'eau sous les chaussées. L'ancienne usine génératrice de courant pour le Métropolitain, quai de la Rapée, bien bien que placée un peu excentriquement, y a été affectée. Nous comptons revenir plusieurs fois sur les détails de l'installation de ce réseau chauffant, à mesure que son exécution s'avancera. Faisons remarquer, en attendant, que cette disposition, au moins aussi naturelle que celle qui est aujourd'hui la règle dans les immeubles, est loin d'être une nouveauté, comme le rappellent les *Annales des Travaux publics de Belgique*.

En Europe, ce n'est guère qu'après la guerre que des tentatives ont été faites pour distribuer le chauffage à des groupements d'immeubles. Aux Etats-Unis, des installations de ce genre existent depuis longtemps. Le premier chauffage à distance y a été réalisé en 1878. Cette nouvelle industrie s'est surtout développée en même temps que les centrales électriques auxquelles sont accouplées les usines distributrices de chaleur.

Les résultats sont très divers suivant les villes. En général, la consommation de combustible est à peu près la même qu'avec des chauffages individuels bien construits, mais les chauffages à distance sont beaucoup plus commodes, plus propres, plus faciles à régler, plus hygiéniques et plus économiques en raison de la diminution de main-d'œuvre.

Il n'y a plus guère, aux Etats-Unis, de ville de plus de 20 000 habitants qui n'ait des installations de chauffage à distance. Les grandes villes ont d'énormes installations : c'est ainsi que New-York a une usine comprenant une surface de chauffe totale de chaudière de 83 000 mètres carrés, des conduites de 55 kilomètres de long et une production de 2,3 millions de tonnes de vapeur par an.

Dans plusieurs grandes villes européennes, les conditions pour le développement du chauffage à distance dans les grandes villes paraissent favorables.

CHIMIE AGRICOLE

La production mondiale d'engrais azotés. — Lors de la dernière réunion de la Commission des engrais au Ministère prussien de l'Agriculture, la production mondiale des engrais azotés a été évaluée à 1 679 000 tonnes d'azote en 1928 contre 1 400 000 en 1927, soit une augmentation de 20 p. 100.

L'Allemagne se classe première avec 700 000 tonnes d'azote dont 96 000 récupérées de la carbonisation, 90 000 fixées à l'état de cyanamide, 234 000 sous forme de nitrates, urée ou nitrophoska, et 280 000 sous forme de sulfate d'ammoniaque. En seconde ligne vient le Chili avec 420 000 tonnes d'azote du nitrate de soude puis l'Angleterre avec 144.000, les Etats-Unis avec 130 000 et la France avec 70 000.

La production mondiale de phosphates bruts. — Le *Engineering and Mining Journal* donne quelques renseignements intéressants sur la production mondiale de phosphate et sur la répartition des gisements dans les différents pays. On sait que les dépôts de phosphates les plus importants sont en trois régions situées l'une en Amérique Occidentale, l'autre dans l'Afrique du Nord (Maroc et Tunisie surtout), la troisième enfin, en Russie. Seule la région africaine est rationnellement exploitée ; en 1924 et 1925, elle a fourni à elle seule à peu près la moitié de la production mondiale. On évalue à 17 milliards de tonnes la réserve mondiale de phosphate ; ce chiffre comprend environ 10,5 milliards de tonnes de phosphate tricalcique d'une teneur en élément utile supérieure à 58 p. 100. D'après ces données, et en se basant sur la production actuelle, on estime que les stocks naturels suffiront pour couvrir la consommation mondiale pendant deux mille ans encore. Il est d'autre part intéressant de remarquer que, répartis dans de nombreux endroits, les gisements de phosphate sont pratiquement accessibles à toutes les nations.

TRANSPORTS

Le trafic des ports maritimes français en 1927. — L'administration de la Marine marchande en France vient de publier la statistique du trafic des principaux ports maritimes français de commerce pour 1927.

Par rapport à 1926, l'année 1927 a été caractérisée :

1° Par une augmentation du nombre des navires entrés (58 304 contre 55 024) et du nombre des navires sortis (58251 contre 54 954) ; ces chiffres n'ont été dépassés qu'en 1923 et 1924 ;

2° Par une progression du tonnage de jauge à l'entrée (60 606 151 tonneaux contre 55 340 444) ; et à la sortie (60 806 729 tonneaux contre 55 465 233) ; ces chiffres n'avaient pas encore été atteints ;

Digitized by Google

3° Par une sensible augmentation du tonnage marchandises à l'entrée (31 millions 939 299 tonnes contre 27 millions 403 097), soit un progrès de 4 536 202 tonnes. Il est à noter que l'année 1926 a été marquée par la désorganisation du trafic houiller, causée par la grève anglaise ; les chiffres avaient été sensiblement plus élevés en 1923 et 1924 ;

4° Enfin, au tonnage marchandises de sortie, par une augmentation de 881 429 tonnes sur 1926.

Les ports français assurent la sortie de 30,7 p. 100 des exportations françaises et l'entrée de 64,7 p. 100 des importations ; la différence n'avait jamais encore été, à beaucoup près, aussi grande.

Au total, le trafic des marchandises a augmenté de 12,5 p. 100 environ par rapport à 1926, et est supérieur de plus de 3 p. 100 au trafic d'avant-guerre. les plus hauts chiffres ayant été relevés en 1923 et 1924.

Il est entré 1 817 000 voyageurs (1 966 000 en 1926) ; ces deux nombres n'avaient jamais encore été atteints ; et il en est sorti 1 868 000 (1 960 000 en 1926), ce qui est également le record.

En ce qui concerne le classement des principaux ports, Le Havre occupe la première place pour le nombre des navires (16 117 entrées et sorties), tandis que Marseille garde la première place pour le tonnage des navires et pour le trafic des voyageurs et marchandises débarquées et embarquées (7 601 995 tonnes pour le grand port méditerranéen). On note ensuite dans l'ordre des ports principaux : Rouen, avec 6 510 747 tonnes ; Le Havre, 4 millions 858 774 tonnes ; Bordeaux, 4 576 800 tonnes ; Dunkerque, 4 431 265 tonnes ; Strasbourg, 4 346 127 tonnes ; Nantes, 2 241 329 tonnes ; Caen, 1 913 370 tonnes ; Cette, 1 315 777 tonnes ; Saint-Nazaire, 1 202 294 tonnes Saint-Louis-du-Rhône, 1 042 461 tonnes ; La Rochelle (ville et La Palice), 1 001 828 tonnes.

Pour les voyageurs, Boulogne passe avant Calais après Marseille, et Le Havre vient ensuite ; Cherbourg passe avant Trouville, dont la stabilisation du change a beaucoup diminué la clientèle.

Il est à remarquer que le trafic de tous ces ports fait ressortir une nette augmentation pendant l'année 1927.

Le pays le plus « automobilisé » du monde. — On croit généralement que c'est aux Etats-Unis que se trouve le plus grand nombre d'automobiles non seulement de façon absolue, mais en tenant compte du chiffre de la population. On ne sera pas peu surpris d'apprendre que c'est au cœur de l'Afrique, en colonie belge, tout au moins si l'on ne considère que le chiffre des blancs ; mais cela est bien compensé par le manque de villes de quelque importance, grands centres d'automobilisme.

L'*Essor du Congo*, — édition qui paraît, à Elisabethville, de l'*Essor colonial et maritime* — publie ces chiffres suggestifs :

Il y avait au 31 décembre 1917 dans le district du Haut-Luapula, 995 voitures et 294 camions automobiles, 10 tracteurs et 745 motocyclettes, soit un total de 2 044 véhicules automobiles pour 5 900 Européens, soit un véhicule par 2,88 habitants blancs !

C'est le record, l'État de New-Jersey aux Etats-Unis est bien battu.

Ce que rapportent les transports à l'Etat francais. — La passion du déplacement qui depuis un siècle hante l'esprit de tout le monde, a l'avantage de rapporter de bon argent au pays. En France, par exemple, l'Etat a perçu l'an dernier un peu plus de *deux milliards et demi* de francs sous forme de droits frappant les instruments de transport. La simple bicyclette (que le ministère des Finances continue à appeler *vélocipède*) a payé en 1927 plus de 119 millions ; les engins à moteurs (automobiles de tourisme ou de livraison, tracteurs, motocycles et motocyclettes, bateaux à moteurs) ont versé 622 millions de francs. Les voitures hippomobiles et chevaux, ânes ou mulets, 25 millions seulement ; c'est trop peu, si l'on songe qu'elles usent les routes infiniment plus que les bicyclettes et que la plupart louent leurs services et font gagner de l'argent. Les transports par eau ont versé 27 millions ; eu égard au coût très considérable d'établissement des canaux, des ports et écluses, de l'aménagement des rivières, dépense, il est vrai répartie sur une très longue durée, c'est assez peu aussi, ces transports représentant un déplacement considérable de marchandises. Mais ce qui est énorme, c'est l'impôt sur les transports (voyageurs et marchandises) par chemins de fer : 1 milliard 747 millions de francs. Si l'on songe que l'entretien des voies ferrées est assuré par les Compagnies et ne coûte rien à l'Etat alors que c'est celui-ci qui entretient les routes, on trouvera que la Machine à Phynances s'adresse de préférence à ceux qui ne lui coûtent rien pour permettre aux usagers réels de ne pas payer en proportion de leur dépense réelle d'outillage national.

Il est bien évident, en outre, que ces chiffres ne comprennent pas ce que versent les industries de transports sous forme d'impôts sur le chiffre d'affaires, sur les bénéfices d'exploitation, sur les entrées par douane, etc.

La circulation dans Paris. — La Préfecture de police a établi, comme elle le fait périodiquement, le relevé des véhicules circulant dans Paris. Ce qui domine de beaucoup, ce sont les bicyclettes : 421 263. Puis les automobiles : 116 786, dont les trois quarts (88 489) sont des voitures particulières de tourisme ou de livraison, un neuvième (16 698) des taxi-autos, 4 014 des voitures légères soumises à un régime fiscal particulier, dites cycle-cars, 609 autocars, 2 072 tramways, 1 358 autobus, etc.

Comme beaucoup de véhicules inscrits en Seine et Seine-et-Oise circulent dans Paris une partie de la journée, on peut ajouter aux 564 653 véhicules proprement parisiens de quoi arriver au chiffre de 600 000 ; cela, bien entendu, en ne tenant pas compte du matériel de chemin de fer, qui a ses voies spéciales distinctes des chaussées. Il est à remarquer que s'il y a 150 000 à 180 000 véhicules autres que les bicyclettes, et dont la surface d'encombrement, fort variable du motocycle au tramway, peut en moyenne être aux environs de 5 à 6 mètres carrés, cela fait pour eux seuls un encombrement d'un million de mètres carrés : cent hectares !

Il est curieux de mettre en regard les chiffres de 1900 : 140 380 bicyclettes, 12 529 fiacres, 13 042 autres voitures hippomobiles (sans compter 4 275 « grandes remises » et quelques centaines de « tapissières » pour les courses et voitures pour les chemins de fer), 1 270 omnibus et tramways, tous à chevaux, 618 autos seulement. Il y avait une seule ligne de métropolitain. Et tout cela était suffisant ! Qu'est-ce qui a donc pris à nos contemporains?

Digitized by Google

NOUVELLES DU MONDE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Un comité scientifique des poudres et explosifs. — Par décret, portant création d'un Comité scientifique des poudres et explosifs, sont nommés : président : M. Moureu, professeur de chimie au Collège de France ; membres : MM. Fabry, professeur de physique à l'Ecole polytechnique ; Matignon, professeur de chimie au Collège de France ; Urbain, professeur de chimie à la Faculté des sciences ; Darzens, professeur de chimie à l'Ecole polytechnique ; Job, professeur de chimie à la Faculté des Sciences ; Langevin, professeur de Chimie au Collège de France ; Pascal, professeur de chimie à la Faculté des sciences ; Desmaroux, inspecteur général militaire ; Melard, ingénieur en chef militaire ; Burot, ingénieur en chef; Muraour, ingénieur militaire chimiste de recherches; Charbonnier, ingénieur général ; général Emery ; M. Sugot, ingénieur en chef ; lieutenant-colonel d'artillerie Desmazières.

M. Courtois, ingénieur de première classe, adjoint au chef du service technique de la direction des poudres, est nommé secrétaire du comité.

La souscription Berthelot. — Le montant des versements recueillis par la souscription ouverte par la Maison de la Chimie, à l'occasion du centenaire de Marcelin Berthelot, dépasse actuellement 21 millions.

L'EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

La Société française de Physique, maintenant la date de la Pentecôte pour son exposition annuelle, a inauguré cette exposition le 23 mai dans les salles de l'Institut d'Optique théorique et appliquée, 3 et 5, boulevard Pasteur.

On sait que cette exposition est le prétexte de très belles conférences et de très instructives visites d'usines.

C'est ainsi qu'ont été données successivement les 23, 24 et 25 mai, à l'amphithéâtre de physique de la Faculté des Sciences, les conférences de :

M. P. Bialobjeski, professeur à l'Université de Varsovie, sur la constitution interne et la radiation des étoiles ;

MM. G. W. Ritchey et Henri Chrétien sur le télescope aplanétique et la photographie astronomique moderne : on voyait d'ailleurs à l'Exposition, au stand de ces auteurs, le premier modèle de télescope aplanétique, et au stand de M. Ritchey des photographies de miroirs astronomiques cellulaires, des photographies célestes sur panneaux ou en projection.

M. le professeur W. J. de Haas, directeur du Laboratoire cryogénique de Leyde, sur la conductibilité des métaux.

Le 23 mai, les laboratoires du Service technique et industriel de l'aéronautique ouvraient leurs portes aux membres de la Société de Physique et leur permettaient d'admirer, entre autres belles choses, la balance aérodynamique à dynamomètre électrique, qui est la balance de la petite soufflerie de ce service ; dans ce dispositif est utilisé l'électromètre à quadrants filiformes Villey-Bouty.

Le 24 mai, l'usine de Vitry de l'Union d'électricité initiait les membres de la Société de physique aux procédés modernes de purification industrielle des gaz.

Le cadre restreint de ce résumé ne nous permet malheureusement pas de nous étendre sur ces intéressants sujets, qui seront certainement reproduits ou analysés par le *Journal de Physique*, la *Revue d'Optique*, la *Revue générale d'Electricité*.

En ce qui concerne l'Exposition proprement dite, qui se tenait dans le luxueux Palais de l'Optique, nous mentionnerons encore, en la regrettant, l'absence d'importants constructeurs français, la contribution toujours intéressante des constructeurs anglais représentés par M. Danbatt et, pour la première fois depuis la guerre, la présence de quelques constructeurs allemands de Göttingen placés sous l'égide de M. G. Jarre (balances, verrerie graduée, thermométrie, fours électriques, résistances et appareils de mesure électriques des Établissements Sartorius, Ruhstrat frères, Spindler et Hoyer, Elektroschaltwerke et maisons affiliées).

D'aucuns remarqueront peut-être que l'optique est plus largement représentée que d'autres parties de la physique ; mais, si cela est assez naturel dans le lieu même où l'Exposition avait lieu, notre bref compte rendu montrera qu'il y avait un peu de tout et que ces diverses parcelles formaient un ensemble de qualité incontestable.

***

Mécanique. — Du laboratoire de Gramont : fente de spectrographe destinée au laboratoire des recherches magnétiques de la Faculté des Sciences de Paris (Voir *Revue d'Optique*, février 1928). Machine pour l'étude des roulements à billes en fonction des charges axiale et radiale ;

De la maison Perreaux, Ch. Moreau successeur : machine à diviser la ligne droite, applicable aux thermomètres, éprouvettes, etc. ;

Des Établissements Poulenc : balance à chaîne sensible au 1/100e de milligramme, permettant de déterminer le millième. Elle diffère donc complètement de la balance de M. Piccard caractérisée, comme nous l'avons indiqué l'an dernier, par l'absence de fléau et l'emploi de ressorts.

Chaleur. — Cambridge : catharomètre, appareil pour l'analyse continue des mélanges gazeux par la méthode de la conductibilité thermique : pyromètre à disparition de filament ;

Établissements Touzard et Matignon : appareils divers de chimie à chauffage électrique, étuves, bains de sable et d'huile, etc. ;

Établissements Poulenc : régulateur automatique monté sur four à baguettes de carborundum, réglable à 1 300°.

Chauvin et Arnoux : régulateur de température de grande précision.

Électricité. — Association des ouvriers en instruments de précision, Ateliers J. Carpentier, MM. Chauvin et Arnoux, Société des Établissements Jules Richard, Cambridge, Office national des Recherches et Inventions : appareils divers de mesures électriques pour les sciences et pour l'industrie ; l'appareil de l'Office des Inventions, dû à M. Quévron, possède un champ de 10 000 gauss.

Digitized by Google

La Précision électrique : ondemètres et condensateurs de précision.

Société l'Accu-Watt : batteries d'accumulateurs Féry pour filaments et plaques.

Société des accumulateurs électriques (Dinin) : diverses batteries d'accumulateurs dont celle de 60 éléments alimentant l'Exposition en courant continu ;

Établissements Japy : groupe moteur générateur pour le service de l'Exposition ;

Hewittic : redresseur de courant à vapeur de mercure ; M. A. Soulier : appareil permettant d'obtenir une tension constante sur un réseau dont la tension varie de ± 20 p. 100 ; c'est un appareil identique à celui décrit il y a deux ans, mais où la masse de fer est maintenue immobile. M. P. Toulon : application de l'étincelle-pilote à la transformation des courants continus : convertisseurs de grande puissance.

Acoustique. Mécanique vibratoire. — Ateliers J. Carpentier : diapason et roue phonique ; Société La Mécanique vibratoire (Établissements Henri Lepaute) : stroboscope Guillet ; ondoscope Charron pour la projection stroboscopique des ondes liquides (propagation, réflexion, réfraction, interférences et diffraction) : diapasons et dispositifs d'entretien par lampes triodes, système Brieu ; Société des Établissements Gaumont : sténophono : phonographe à reproduction électrique ;

Constructions électro-mécaniques d'Asnières (C. E. M. A.) : stéthoscope acoustique ;

Société des Établissements Jules Richard : appareil pour le titrage des textiles basé sur la théorie des cordes vibrantes.

Optique. Verrerie d'optique. Verres bruts et travaillés. — Société Parra-Mantois et Cie : verres d'optique scientifiques ;

Manufacture des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey : verres d'optique à l'état brut : pièces refoulées en verre (nombreux modèles de condensateurs, miroirs, lentilles, etc.) ;

Verreries de Bagneux : verres transparents aux rayons ultra-violets : verres opaques pour ces mêmes rayons à l'usage des ateliers photographiques et des studios ;

Compagnie des verres spéciaux d'optique : lentilles, condensateurs, miroirs sphériques et paraboliques.

Travail précis et examen des verres. — Institut d'optique : nouvelles machines à surfacer fort intéressantes du colonel Dévé, permettant l'attaque de la surface successivement en tous les points ; méthode de M. Arnulf pour l'essai de l'homogénéité des verres (*Société de Physique*, 16 mars 1928). Optique et précision de Levallois : appareil destiné à rendre parallèles les deux faces d'une glace. Cette société exposait également des instruments très divers et intéressants.

Appareils de mesure. — Ed. Bouty : goniomètre ;

C. Chéneveau et C. Vaurabourg : réfracto-dispersomètre. Modification du réfractomètre bien connu de Féry avec objectifs de lunette et de collimateur achromatiques et écrans monochromatiques sélectifs à l'oculaire. De la lecture de l'indice apparent d'un liquide faite ur l'échelle ordinaire, on tire à l'aide d'une formule inéaire simple à deux coefficients, qu'un étalonnage préalable permet de connaître, l'indice vrai pour toutes sortes de radiations (lithium, sodium, hydrogène, mercure); des Tables é vitant tout calcul peuvent être dressées; Institut d'optique : grand banc d'optique pour la mesure des rayons de courbure et des distances focales jusqu'à 5 mètres.

Spectrographie. — Institut d'optique : tube à hydrogène de grande intensité. De M. Ch. Beaudouin un beau spectrographe très lumineux avec objectif Taylor ouvert à *f*/2 ; un spectrographe à réseau : M. D. Chalonge ; spectrographe ultra-violet, sur monture équatoriale, pour l'étude de la haute atmosphère ;

A. Jobin et G. Yvon : Spectrographe en quartz à déviation constante, modèle Sève achromatique : spectrographe à réseau monté pour études d'absorption.

Spectrophotométrie. Colorimétrie. — A. Jobin et G. Yvon : spectrophotomètre avec dispositif d'observation photoélectrique. A côté du procédé potentiométrique, renouvelé par les Établissements Poulenc, pour la mesure du PH on peut utiliser le procédé colorimétrique ; ces constructeurs ont réalisé l'iono-colorimètre du Dr Caille ;

Ed. Bouty : microphotomètre enregistreur, nouveau modèle de Lambert et Chalonge ;

Hilger : colorimètre trichromatique de Guild, permettant de chiffrer tous les mélanges de couleurs ou toutes les couleurs en fonction de trois couleurs fondamentales : rouge, verte, bleue.

Infra-rouge et ultra-violet. Photo-électricité. — C. E. M. A. : dispositif secret de protection contre les cambriolages utilisant les propriétés des rayons infra-rouges et des cellules électriques Fournier ;

Gallois et Cie : appareils divers à rayons ultra-violets et infra-rouges ;

Hewittic : brûleur à rayons ultra-violets ;

Établissements électro-scientifiques L. Lévy et A. Rio : amplificateur à cellules photo-électriques, applications diverses des cellules de sélénium.

Société de Recherches et Perfectionnements industriels : Cellules photo-électriques à métaux alcalins.

Rayons X et rayonnements divers. — M. Dauvillier : Tubes à rayons X de grande longueur d'onde (7 à 8 angstroms).

M. Trillat : spectrographe à rayons X industriel, à prises de vue multiples. Résultats d'études sur les métaux, le cuivre électrolytique pur ou en présence de gélatine, les lubrifiants, celluloses, etc. ;

Hilger : spectrographe Muller à rayons X ;

Établissements L. Lévy et A. Rio : poste portatif de rayons X ;

Beaudouin : appareil de M. Morand montrant l'emploi de tubes métalliques utilisant les vides poussés.

Hewittic : oscillographe cathodique.

Optique physique. — MM. A. Piccard et E. Stahel exposaient le modèle transportable d'interféromètre qui leur a servi, en particulier, à répéter en ballon la célèbre expérience de Michelson et à infirmer les résultats de Miller (*Journal de Physique*, février 1928) ;

M. F. Wolfers montrait des clichés de franges d'interférences par diffusion.

Appareils d'optique divers. — Microscopes et périscopes de la Société française des Instruments d'Optique ; de magnifiques règles ou cercles divisés sur verre étaient exposés par cette société;

Digitized by Google

Microscopes Nachet ;

Microscopes et loupes binoculaires des Établissements Cogit ;

Microscopes et microtomes des Établissements V. Morlot, Maury et Pilot ;

Théodolites, niveaux à lunette, etc. de la Société anonyme de vente des instruments de géodésie Henri Wild. Lunettes mono et binoculaires, jumelles à prismes, objectifs photographiques de la Société des Établissements Krauss.

Photographie. — Société des Établissements Jules Richard : appareils photographiques stéréoscopiques ;

Optique et Précision de Levallois : trame réticulée pour l'étude des objectifs photographiques ;

Établissements Filmograph : sensitophotomètre enregistreur ; densitomètres pour mesurer les clichés par transparence et les papiers par réflexion ;

R. Breton : stop-film à main ou automatique pour projection fixe par le film ou pour la publicité.

Instruments de précision en verre. — En verre soufflé, de M. V. Morland et des Établissements Seive.

Verrerie de laboratoire et industrielle. — Le Pyrex : nouvelle glace de niveau de chaudière avec monture spéciale.

Quartz et Silice : appareils de fabrication nouvelle en verre de silice opaque ou transparent.

Telle est, dans ses grandes lignes, cette Exposition qui a eu beaucoup de succès, les professeurs de province ayant pu profiter d'une réduction des tarifs de chemins de fer et les Parisiens n'étant pas à la campagne comme à Pâques. La présence de nombreux étrangers en souligne aussi suffisamment l'importance.

X. O. U.

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

CONSEILS PRATIQUES POUR LA CONSTRUCTION DE TOUS POSTES DE T. S. F.

A la suite de nos dernières chroniques, certains lecteurs nous ont demandé des renseignements pratiques sur le travail des diverses matières entrant dans la composition du poste et sur la meilleure manière de procéder pour monter celui-ci.

I. — Outillage indispensable pour des montages simples.

2 tournevis, l'un à bec de 3 millimètres, l'autre de 4 millimètres ;

1 pince plate de moyenne grandeur pour plier les connexions et serrer les écrous des bornes.

1 pince ronde pour faire les œillets des connexions ;

2 clés à écrous de 3 millimètres et 4 millimètres pour serrer les écrous : ces clés ne sont pas indispensables, la pince plate suffit, mais elles sont très pratiques ;

1 perceuse portative à main ou chignolle porte-foret pour percer les panneaux ;

1 jeu de mèches torses américaines : les dimensions suivantes doivent suffire : 2 millimètres, 3 millimètres 4 millimètres, 5 millimètres, 6 millimètres, 8 millimètres ;

1 pointeau ;

1 scie à métaux à grosse denture, pour scier l'ébonite ;

1 petite lime bâtarde, et 1 petite lime douce pour polir et ajuster l'ébonite et les pièces ;

1 petite lime ronde dite de Genève pour retoucher les trous mal percés ;

Toile émeri.

Enfin, pour les montages superhétérodyne ou à changement de fréquence, et même pour les autres, il faut, en plus : 1 nécessaire à souder comprenant :

1 fer à souder de petit modèle ;

1 pierre ammoniacale pour nettoyer le fer ;

1 bâton de soudure ;

1 morceau de résine pour décaper les pièces à souder et de la toile émeri fine pour nettoyer ces pièces avant l'opération.

II. — Travail de l'ébonite.

L'ébonite est une matière dure et cassante à froid, se ramollissant à chaud. On le découpe à la scie, avec une scie à métaux à grosse denture. Comme c'est une substance isolante, l'outil s'échauffe très rapidement, aussi est-il recommandé de ne pas aller trop vite et de vérifier de temps en temps la scie. Si le panneau est très large et que l'on soit gêné par la monture de la scie, il vaut mieux prendre une lame de scie très forte, dite scie à machine et la fixer au bout d'un manche, ou, plus simplement, enrouler de la ficelle sur 10 centimètres pour faire poignée. Aller doucement et éviter la casse.

La plaque étant découpée, on rectifie et polit les champs au moyen d'une lime bâtarde, puis d'une lime demi-douce et on finit le polissage à la toile émeri.

Le perçage se fait au moyen d'un porte-foret à manivelle. Mais la préparation en doit être très soignée, le traçage doit être très exact pour respecter l'écartement des trous, sans quoi les trous de fixation des appareils ne seraient pas en face des trous du panneau. Ensuite, on procède à l'opération du pointage. A chaque centre de trou on fait un petit trou conique au moyen d'un poinçon, petit outil traversé par un cône à 60° qui s'incruste dans la planche lorsqu'on frappe dessus. On pose rigoureusement la pointe du pointeau sur le centre, on le tient bien verticalement, et on frappe un coup de marteau. Ce coup de pointeau sert de guide à la mèche pour le début du perçage.

On choisit ensuite la mèche du diamètre voulu, et on tourne, pas trop vite, en appuyant un peu. Avant la fin du perçage, tourner plus vite en cessant d'appuyer pour éviter des éclats.

Certaines vis doivent avoir la tête noyée dans le panneau. On choisit alors une mèche du diamètre de la tête de vis et on reprend le grand perçage sur le petit, en ayant soin d'essayer la vis de temps en temps pour ne pas aller plus loin.

Certains appareils se fixent à l'arrière du panneau, sans qu'on voie à l'avant les vis de fixation. Pour cela, on perce des trous borgnes de 3 à 4 millimètres, c'est-à-dire qui ne débouchent pas. On enfonce dans ces trous des chevilles de bois et l'on fixe au moyen de vis à bois.

Digitized by Google

Il en est de même pour la pose des diverses plaques indicatrices.

III. — Processus du montage.

Tout d'abord il faut avoir réuni toutes les pièces nécessaires au montage. Ensuite on détermine leur position sur chaque panneau. Ces positions sont déterminées par la facilité des connexions : par exemple, toutes les lampes seront montées sur une même ligne, leur ordre suivra le schéma. Chaque élément de circuit sera, autant que possible, en face la lampe correspondante. Noter que deux bobines indépendantes l'une de l'autre doivent avoir leurs axes montés à 90 degrés. De même pour deux transformateurs de basse fréquence. Tous les organes ci-dessus, ainsi que les transformateurs moyenne fréquence, et autres organes sans réglage se montent sur le panneau en bois base de l'appareil. S'il y en a trop, on fait une planchette indépendante de lampes.

Le panneau ébonite ne reçoit que les organes de réglage. On les dispose non suivant le schéma mais avec une certaine symétrie. On tracera donc sur une feuille de papier, et en grandeur, le plan de ce panneau, avec les différents appareils et leur encombrement total, car certains condensateurs se développent très en dehors de leur carcasse. On obtiendra ainsi les dimensions de la plaque ébonite, en n'oubliant pas une marge de sécurité et l'épaisseur des planches du coffret. Tous les trous seront rigoureusement centrés, et l'on notera leur diamètre à côté du centre. On découpera cette feuille de papier et on la collera sur la planche ébonite. On aura donc évité un second tracé très difficile à voir d'ailleurs sur l'ébonite. On pointera et percera comme dit plus haut. Ne pas oublier les trous de fixation sur le coffret. On décolle le tracé, sur papier, et l'on présente les organes. Si par hasard un trou n'était pas en face de son correspondant, avec la petite lime ronde on l'élargit du côté nécessaire, travail fastidieux et qui casse bien des limes. Aussi vaut-il mieux bien soigner son tracé et son perçage.

On procède ensuite au montage de tous les organes, tant sur la planche en bois que sur le panneau ébonite, y compris les bornes. Certains petits organes de liaison tels que le condensateur shunté, les résistances de fuites, les condensateurs fixes de liaison, ne se montent pas sur les panneaux. On les fixe en même temps que les connexions dont ils font pour ainsi dire partie.

IV. — Connexions.

Les organes montés, on fait les connexions. Nous préconisons pour les connexions du fil émaillé de 16/10 ; les postes riches utilisent du fil argenté. Il faut que les connexions soient inoxydables, car l'on sait que les ondes se transmettent par la surface des condensateurs, ce qui exige que la surface soit conductrice. Aussi le fil étamé n'est pas à recommander, car l'étain est un bien médiocre conducteur, et le fil nu s'oxyde. Il existe aussi dans le commerce un fil bakélisé qui est très bon et employé par bon nombre de constructeurs. On part d'une extrémité du schéma et l'on procède méthodiquement. On présente le fil et l'on coupe approximativement la longueur nécessaire. On gratte l'extrémité pour mettre le cuivre à nu et on fait une boucle avec la pince ronde (du diamètre de la tige de borne). On aura soin de couder, s'il le faut, les connexions à angle droit afin de donner du cachet et de l'aération au montage. On coude donc celle-ci suivant besoin. On le présente à la borne, on coupe l'excédent de fil, on dénude, fait une boucle. Cette connexion posée, on la note sur le schéma en la repassant au crayon de couleur. On procède ainsi pour toutes les autres. Avec un peu d'habitude, on arrive à simplifier le montage des connexions en en réunissant plusieurs sous la même borne.

Les organes de liaison se fixent sur les connexions. Il en existe deux types, le type à cartouche, terminé à chaque extrémité par une borne, et le type plat dont les bornes sont des lamelles plates munies de vis. Le type à cartouche se pose carrément entre les deux fils de connexion, auxquels on a fait un œillet supplémentaire. Le type plat se fixe autant que possible sur les bornes des appareils, tout au moins par l'une des extrémités.

Les connexions montées, on termine le montage des manettes, boutons, etc., et on procède aux essais. Si ça ne marche pas, reprendre une à une les connexions d'après le schéma, c'est certainement une omission.

V. — Pratique de la soudure.

Nous supposons que le fer est neuf. Il faut le préparer : pour cela, on nettoie avec de la toile émeri le bec sur une hauteur de 5 millimètres environ, on met le fer chauffer tout en ayant soin que la flamme ou les charbons ne touchent au bec nettoyé : il faut chauffer sans atteindre le rouge. Dès qu'il est chaud, on frotte la partie nettoyée sur la pierre ammoniacale, en appuyant en même temps le bâton de soudure sur le bec. Celui-ci prend la soudure, et lorsque l'opération est convenablement terminée, le bec doit être garni de soudure uniformément et bien fluide ; on dit que le bec est propre, et il faut toujours le maintenir dans cet état, sans quoi on n'a que des déboires.

Pour souder deux fils, bien gratter les endroits de la soudure, rapprocher les fils et les fixer soit par une torsade l'un sur l'autre, soit par une ligature, avec du fil fin ; saupoudrer d'un peu de résine, prendre avec le fer très chaud de la soudure au bout du bec et appliquer le bec sur la connexion, en appuyant légèrement ; on peut soutenir si c'est nécessaire les fils avec une petite planchette en bois. La soudure doit couler fluide et recouvrir complètement les parties décapées. S'il en manque, en rajouter avec le bâton. Pour souder un fil sur une borne, le processus est analogue, mais il faut un fer très chaud et appuyer fortement sur la borne d'abord, parce que celle-ci est plus longue à chauffer.

A. Leclerc,
Ingénieur E. P. C. I.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

Le zinc du Canada. — Le Canada occupe actuellement le dixième rang parmi les pays producteurs de zinc ; il a produit en effet, l'an dernier, 73 000 tonnes de ce métal alors que la production mondiale a été de 1 450 000 tonnes. On prévoit que bientôt le Dominion se placera second immédiatement après les Etats-Unis.

L'élevage du rat musqué. — Cent cinquante rats musqués ont été embarqués récemment à bord du *Beaverdale* pour être expédiés en Allemagne, en France et en Finlande où l'on établit des fermes d'élevage de ce rongeur.

Le pétrole canadien. — La production annuelle de pétrole au Canada est en progression constante, à l'exception de l'année 1924 :

1923.....	170 000	barils.
1924.....	160 773	—
1925.....	332 001	—
1926.....	364 444	—
1927.....	495 000	—

En 1927, la production du champ d'Alberta a atteint 329 267 barils (contre 217 088 barils en 1926) représentant environ 66,6 p. 100 de la production totale du Canada. Ontario a produit 69 177 barils, et New-Brunswick, 15 590 barils.

Le pétrole extrait du champ d'Alberta se divise en :

Casinghead gazoline.....	288 500	barils.
Pétrole brut léger.....	36 950	—
Pétrole brut lourd.....	3 817	—
	329 267	barils.

La « casinghead gazoline » et le pétrole brut léger proviennent des puits de la Turner Valley et le pétrole lourd des puits de Wainwright et Devenish.

56 puits sont en état de développement dont 18 dans la Turner Valley, 5 à Wainwright et 21 dans d'autres champs de la région.

Durant l'année, 8 puits producteurs ont été achevés : Mc. Leod nos 2 et 3, New Mc. Dougall-Segur nos 1 et 2, Home no 1, Devenish Dalhousie no 5 et Royaltie no 7. Sept de ceux-ci sont situés dans la Turner Valley.

On estime que la production de 1928 dépassera celle de l'année dernière.

Le puits Dalhousie no 1, remis en production, fournit du gaz à raison de plus de 19 000 000 de pieds cubes par jour.

Pour la colonisation de l'Ouest canadien. — Une délégation de la province de Québec s'est adressée au gouvernement d'Ottawa afin de demander que les Canadiens des provinces de l'Est qui désireraient aller s'établir comme colons dans les provinces de l'Ouest puissent jouir des mêmes avantages de transport et autres que ceux accordés aux immigrants venant de la Grande-Bretagne. Elle a remis au gouvernement une pétition couverte de plus de 125 000 signatures.

L'aviation civile au Canada. — Pendant l'année 1927, [illegible] des sociétés exploitant des lignes aériennes s'est élevé à 21 ; le total des voyageurs transportés a été de 21 677 ; celui du fret a atteint 1 098 346 livres. Les avions commerciaux ont été employés toute l'année sans interruption, montés sur skis en hiver et sur flotteurs en été.

L'ignorance et le bluff en Amérique. — Nous avons déjà insisté sur la méconnaissance qui règne en France et en maints autres pays d'Europe sur l'état économique et social actuel du Canada. Mais il est plus inexcusable que les proches voisins du Dominion — les habitants des Etats-Unis — soient aussi peu informés ; et cette ignorance se double volontiers d'une infatuation qu'elle ne peut que renforcer. Un bel exemple en a été récemment donné lors du banquet offert au Dr Plante à Montréal, en présence de l'Hon. M. Taschereau, premier ministre de la Province de Québec. L'histoire est trop belle pour n'être pas racontée ici.

Dans leurs discours, l'Hon. M. Taschereau et l'Hon. M. David ont fait allusion à la randonnée du Col. Lindbergh, que les Américains avaient, la veille, chargé d'apporter à Québec un soi-disant sérum spécial pour aider à la guérison de l'aviateur Fl. Bennett, sérum qui se trouvait du reste dans tous les hôpitaux canadiens.

L'Hon. M. Taschereau a exprimé toute son admiration pour le colonel Lindbergh, son courage indomptable et les exploits splendides qu'il a accomplis, mais il a condamné avec sévérité ceux qui l'ont envoyé à Québec dans une envolée au milieu d'une tempête aveuglante, risquer sa vie pour faire du « bluff américain » : « Hier, à Québec, dit M. Taschereau, nous avons vu des aviateurs américains venus ostensiblement pour sauver la vie d'un héros. Mais nous avions tout ce qu'il fallait. Nous avons d'excellents médecins ; nous avons du sérum ; nous avons de l'oxygène et même trop. Un de ces aviateurs s'est informé « s'il y avait un hôpital à Québec » ; « s'il y avait un hôtel à Québec (!) » où un aviateur pourrait trouver une chambre pour passer la nuit. Messieurs, il est temps de faire connaître notre pays. Nous avons ici des médecins et des chirurgiens formés aux meilleures écoles d'Europe ».

L'Hon. M. Athanase David n'a pas été plus tendre. « J'ai le plus profond respect et la plus grande admiration pour Lindbergh, dit-il, il reflète la jeunesse, l'audace et la bravoure. Mais pourquoi ce bluff? et pourquoi se servir d'une célébrité américaine et mondiale pour l'accomplir?

« Je veux qu'il soit bien compris que je ne suis pas anti-américain. Mais je ne puis digérer cette manière de profiter d'une situation tragique sous couvert de charité. Nous avons ici tout ce qui est nécessaire et nous n'avons besoin de personne pour nous apporter du sérum de Etats-Unis et nous pouvons nous dispenser des médecins américains, fussent-ils les spécialistes les plus renommés de ce grand pays.

Ils n'ont même pas essayé le sérum apporté, *car ce n'était pas le bon* ! Nous passons pour un pays de neige. Je salue les héros qui ont volé de la Verte Erin à l'Ile-Verte. Ils n'ont pas été capables de sortir de cette région éloignée de notre province, et c'est déjà assez sans qu'on nous fasse passer pour un pays d'ignorants ».

Digitized by Google

LES TRAVAUX D'AMATEURS

LE PLATRE *(suite)* (1)

Teinte terre cuite. — Un plâtre qu'on désire teinter en imitation terre cuite doit tout d'abord être suffisamment nettoyé, les raccords, soudures et lignes en relief effacés au papier de verre. On prépare la couleur en broyant sur une dalle de verre deux parties d'ocre jaune, deux de rouge brique et une de noir de fumée (ces proportions peuvent naturellement un peu varier suivant la nuance exacte qu'on désire obtenir). Une fois les couleurs bien pulvérisées et mélangées, on humecte trois parties de blanc de zinc avec très peu de lait (quelques gouttes), puis on ajoute à cette pâte blanche les couleurs et on délaie le tout avec huit à dix parties de lait, en remuant bien pour éviter les grumeaux. On passe d'ailleurs cette crème ou bouillie à travers un tamis fin.

On étend alors cette couleur sur le plâtre bien également avec le pinceau de martre, en commençant par le haut et en ayant soin qu'il ne tombe pas de gouttes sur la région basse, où elles feraient épaisseur en séchant. Quand toute la surface a été passée en couleur, on laisse sécher vingt-quatre heures, puis on donne une deuxième couche. Après séchage complet, on lisse en frottant avec le pouce les régions où les traits de pinceau resteraient visibles.

On peut remplacer le plâtre par de l'eau gommée, mais cette gouache est plus sensible à l'humidité et aux gouttes d'eau qui viendraient à tomber.

Argenture du plâtre. — C'est une fausse argenture, en réalité un simple étamage. On prépare un amalgame en mélangeant des parties égales de mercure, de bismuth et d'étain, et on en frotte la surface de l'objet, Quand la pénétration est bien effectuée et l'aspect mat et sec, on passe une couche de vernis incolore.

Plombage du plâtre. — On frotte l'objet avec de la plombagine (graphite pulvérisé). Pour lui donner l'aspect de la fonte grise, on frotte la surface avec la poudre noire très ténue qu'on prépare en précipitant de sa solution, par l'introduction de lames de zinc, le chlorure d'antimoine légèrement acidifié.

Bronzage. — Il existe de nombreuses recettes pour donner à un plâtre l'apparence d'un bronze.

Un premier procédé consiste à enduire d'abord l'objet, propre et sec, d'une couche d'huile grasse ou du produit appelé « vernis mixtion ». Une fois l'imprégnation produite et le plâtre complètement pénétré, on en remet une seconde couche, et si elle finit par être aussi complètement pénétrée, on en passe une troisième. Avant que celle-ci ne soit complètement sèche, on saupoudre et tamponne avec une touffe d'ouate du bronze en poudre vendu dans le commerce, et de la nuance désirée (florentin, antique, or mussif, etc.). On repasse parfois un bronze d'une autre nuance sur les creux du plâtre.

(1) Voir les nos d'octobre, décembre 1927, mars et mai 1928 de *la Science Moderne*.

Un autre procédé est fondé sur la production des savons métalliques. On dissout, d'une part, 50 grammes de savon blanc dans un demi-litre d'eau, et, d'autre part, 50 de sulfate de cuivre dans un autre demi-litre d'eau ; on mélange ces deux solutions, ce qui donne un précipité vert qu'on lave et fait sécher. On fait alors fondre au bain-marie dans un vase de terre vernissée, 300 grammes d'huile siccative (de lin, par exemple), 160 grammes de cire blanche, et 160 grammes du savon cuivreux obtenu comme nous venons de le dire. On laisse chauffer le mélange fondu jusqu'à ce qu'il n'émette plus de vapeur d'eau. On fait alors chauffer les plâtres à bronzer, on les enduit de cette mixture, et on les place dans un lieu sec et pas trop froid pour qu'ils ne se refroidissent que lentement et aient le temps de s'imprégner bien uniformément.

On peut donner un ton plus « monté » aux parties saillantes en les frottant à l' « or mussif » (sulfure d'étain) On peut aussi avoir un ton plus brun en mélangeant au sulfate de cuivre, lors de la préparation du savon cuivreux, un cinquième de son poids de sulfate de fer. On peut encore dissoudre le savon métallique vert brunâtre ainsi obtenu, dans l'essence de térébenthine.

Enfin un troisième moyen consiste à cuivrer le plâtre par électrolyse. Pour cela, on commence par en détruire la porosité, qui ferait obstacle, en l'imprégnant de cire ou de stéarine fondue et chaude ; avant complet refroidissement, saupoudrer de plombagine, en souffler l'excès et tamponner à l'ouate ou au blaireau en appliquant bien partout. On relie alors en deux ou trois points la surface plombaginée du plâtre au fil *négatif* d'une batterie de piles ou mieux d'accumulateurs (si l'on emploie du courant de secteur, il doit être *continu*, en utilisant au besoin un redresseur, et aussi un transformateur abaissant sa force électromotrice à 6 ou 8 volts). L'intensité ne doit pas dépasser 1 ampère ou 2 par décimètre carré. L'autre fil (*positif*) est relié à une plaque ou masse de vieux cuivre ; le tout plonge dans une solution de sulfate de cuivre à 50 ou 100 grammes par litre, très légèement acidulée.

Quand le cuivrage est jugé suffisant, ce qui demande une à deux heures, on retire l'objet, le lave et le sèche. Puis on peut plombaginer légèrement les creux avec un pinceau doux pour faire valoir les saillies.

Encollage des surfaces de plâtre. — Pour poser des papiers peints sur des murs revêtus de plâtre, on éprouve souvent des déboires par suite de la porosité de cet enduit. Il faut badigeonner préalablement la surface avec une colle de gélatine très faible. Puis après absorption complète et séchage, coller le papier à la colle de pâte comme d'ordinaire.

Collage des objets en plâtre. — On emploie comme colle, pour réunir solidement les morceaux et d'une manière inaltérable à l'eau, le produit sirupeux obtenu en faisant dissoudre dans de l'éther sulfurique de petits morceaux de celluloïd (vieux films par exemple) ; on décante au bout d'un quart d'heure et l'on colle les surfaces avec le dépôt pâteux qui reste ; il faut agir rapidement, car il durcit très vite par évaporation. Opérer également loin de toute flamme.

Digitized by Google

Plâtre imitant le marbre. — On plonge l'objet de plâtre à transformer dans une solution chaude d'alun dans cinq fois son poids d'eau bouillante ; on l'y laisse douze à vingt-quatre heures, en maintenant de préférence tiède ce bain. On retire l'objet, on le laisse refroidir et égoutter. On applique alors sur la surface, au tampon d'ouate ou à l'éponge, la solution d'alun froide et devenue saturée : le plâtre n'étant plus perméable, elle cristallise à sa surface. Quand la couche est parfaitement sèche, on polit d'abord avec du papier sablé très fin, puis avec un linge très légèrement humecté d'eau pure.

Plâtre à prise lente. — En le gâchant avec une solution d'alun de potasse, le plâtre met une à deux heures pour faire prise, ce qui peut être utile dans certains cas

On peut encore ajouter au plâtre, avant gâchage, 4 p. 100 de son poids de borax finement pulvérisé. Le plâtre ainsi préparé est moins résistant à l'écrasement, tandis que les procédés accélérant la prise le durcissent.

Un autre procédé de ralentissement de la solidification consiste à mélanger au plâtre 2 à 5 p. 100 de racine de guimauve finement pulvérisée. L'objet, contrairement à ce qui se passe dans le cas précédent, acquiert après séchage une très grande dureté, surtout si l'on porte la proportion de guimauve jusqu'à 6 ou 8 p. 100. La masse peut même être tournée, sciée, limée, percée, etc.

Durcissement du plâtre. — De nombreuses recettes ont été proposées pour augmenter la dureté des plâtres. Nous distinguerons celles qui s'emploient avec le plâtre en poudre, c'est-à-dire avant gâchage, et celles qui s'appliquent, après coup, aux objets moulés, secs et terminés.

Plâtre durci au gâchage. — On peut y ajouter de la chaux grasse, récemment éteinte et bien tamisée, dans la proportion de 180 grammes pour 1 kilogramme de plâtre sec. Après gâchage et moulage, imbiber l'objet (une fois bien sec) d'une solution de sulfate de zinc, qui par décomposition donne un sulfate double de zinc et de calcium, lequel est insoluble et remplit les pores.

On peut aussi gâcher le plâtre avec une solution de sulfate de zinc neutre, pesant 8° à 10° Baumé (Sorel) ou avec une solution de silicate de potassium (Kuhlmann)

Le plâtre ainsi additionné devient très tenace après le moulage ; il adhère avec une grande énergie au bois, à la pierre ; il est supérieur au plâtre ordinaire, pour les scellements, les jointements, les moulures, les décorations exposées à l'air, le badigeonnage des édifices. Il est aussi avantageusement employé pour sceller les pièces de fer dans la maçonnerie, car il préserve le métal de l'oxydation.

Un autre procédé consiste à mettre dans l'eau de gâchage un quart de son volume de la solution commerciale de bisulfite de soude à 25 p. 100. La prise est très rapide.

Plâtre durci après moulage. — Une Société de plâtrières allemande a proposé d'employer le triborate d'ammonium : on fait dissoudre de l'acide borique dans l'eau chaude, et après dissolution complète, on sature par l'ammoniaque. Après refroidissement, on applique au pinceau sur la surface de l'objet, qui au bout de deux jours est devenu tout à fait dur et sur lequel l'eau n'a plus aucune action. On peut également gâcher avec cette solution le plâtre cuit.

Nous donnons encore les formules suivantes, basées sur l'emploi soit d'huile de lin, soit d'alun.

I. On a proposé de faire tremper le plâtre déjà cuit dans un bain saturé d'alun, pendant six heures, de le faire sécher et enfin de le calciner pendant quelque temps, jusqu'au rouge brun. La quantité d'alun absorbée s'élève à 2 ou 2 1/2 p. 100. Le plâtre aluné est surtout précieux pour mouler les objets d'art. Mais ce procédé, dû à Savoie et à Greenwood, est peu pratique pour les amateurs.

II. On peut préparer, à l'aide du plâtre aluné, une pierre artificielle très dure. Pour cela, on délaye, dans 500 litres d'eau, 7 kilogrammes d'alun, 6 kilogrammes de chaux éteinte, 1 kilogramme d'ocre jaune ; on ajoute à ce mélange 1 kilogramme de colle forte dissoute dans 5 litres d'eau chaude et on y gâche ensuite 900 litres de plâtre ; aussitôt après on incorpore 459 litres de sable fin de rivière, exempt d'argile, et l'on coule le tout dans des moules. Dix à douze heures après, la matière est prise en masse ; on la retire des moules ; on laisse sécher à l'air, où elle acquiert une très grande dureté. En silicatant ces pierres de taille factices, on les met à l'abri des influences atmosphériques (Dumesnil).

III. Enduire les objets d'une couche d'huile de lin bouillie. Quand elle a bien pénétré et qu'elle est absorbée, repasser une couche de cette huile additionnée de 10 p. 100 de litharge.

IV. Enduire d'huile siccative (lin) où l'on a fait dissoudre 5 p. 100 de colophane ou gomme dammar.

Nous terminerons dans le prochain numéro cette petite étude sur le plâtre par quelques indications sur un curieux procédé de réduction des moulages et sur le stuc.

Digitized by Google

PETITES INVENTIONS

LE « PUPITRE-CONFORT » POUR LE VOYAGE

(Brevets F. Lacambra).

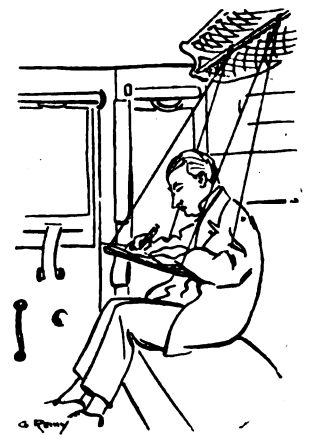
En ce moment de l'année où des centaines de milliers de personnes s'apprêtent à partir en vacances, c'est-à-dire en voyage, il devient d'une intéressante actualité de signaler le dispositif très simple et très rationnel imaginé par M. Lacambra, sous le nom de *Pupitre-confort*, pour diminuer dans une très grande proportion la fatigue engendrée par les secousses en chemin de fer et surtout par la monotonie de la position assise. Non seulement, il permet de se reposer mieux et même de dormir, mais encore de lire et même d'écrire quelles que soient les secousses du train ; ce qui le rend particulièrement précieux pour les hommes d'affaires qui utilisent le chemin de fer fréquemment et à titre professionnel et obligé : les voyageurs de commerce, par exemple.

Rien de plus simple d'ailleurs : c'est un sous-main en bois (formé de deux planchettes en bois contreplaqué à charnières avec revêtement en toile), se repliant sous un volume insignifiant, et que l'on accroche aux barres du filet par de solides cordons auxquels sont rattachés les crochets nickelés servant à l'accrochage *par l'intermédiaire de ressorts à boudin*, lesquels absorbent les cahots et laissent immobile, par inertie, la planchette servant d'accoudoir et de pupitre. Ceci contrairement aux supports à sangles rigides souvent employés jusqu'ici, qui vous transmettaient fidèlement toutes les secousses du wagon, en plus de ce que l'on en percevait par la banquette. Il n'en faut pas plus pour rendre ce petit appareil hors de pair avec les accoudoirs non élastiques improvisés ou vendus aux voyageurs.

Ajoutons que l'appareil replié n'occupe que 45 sur 16 centimètres, avec un poids total de 750 grammes : il peut tenir non seulement dans une valise, mais dans une poche de pardessus. Le sous-main a même une poche à papier et enveloppes, et un coulant porte-crayons ou stylo. Le montage en est d'une facilité dérisoire, qui se comprend au premier coup d'œil. Il est bon enfin de signaler que le *Pupitre-confort*, qui prend toutes les positions et inclinaisons sous le simple effort de la main et des bras comme les figures ci-jointes l'indiquent, peut s'accrocher non seulement à la barre de filet à bagages d'un wagon de chemin de fer, mais au toit d'une automobile fermée, aux piquets soutenant une tente, à la monture de l'auvent abritant une chaise-longue transatlantique, ou enfin se monter, par deux petites tiges verticales, sur un lit ou une chaise de malade. Signalons pour terminer que son prix est des plus modestes (22 fr. 75 franco).

Pour lire.

Pour dormir.



Pour écrire.

Emplois du *Pupitre-Confort* Lacambra en chemin de fer.

NOTE DE LA RÉDACTION

Nous engageons vivement nos lecteurs à nous faire part des petites inventions, dispositifs nouveaux, tours de main personnels, etc. qu'ils auraient imaginés ou dont ils auraient eu communication, et dans les domaines les plus divers : travaux d'amateur, photographie, cyclisme et automobilisme, dessin et reproduction, préparation et conservation d'aliments, plantes ou petits animaux, physique, etc.

A l'époque des vacances, où les loisirs et les excursions (aussi bien que la fréquente obligation de suppléer aux faibles ressources en matériel et instruments que présente la campagne) donnent de nombreuses occasions aux qualités inventives de se développer et de s'exercer, nous croyons que maintes idées ingénieuses voient le jour.

Nous serons toujours très heureux de les faire connaître en indiquant le nom de leurs auteurs, que nous remercions à l'avance.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

F. G. DE NERVILLE, ingénieur en chef des Télégraphes, professeur à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, et A. HARDY, ingénieur des Télégraphes, **Protection contre les effets nuisibles de l'électricité**, 1 vol. in-8 (de la *Collection des Grandes Encyclopédies industrielles*), de 860 pages avec 281 figures. (J.-B. Baillière, édit.). Prix broché : 125 francs.

Les vastes dimensions de ce nouvel ouvrage disent déjà combien la question traitée est ample et difficile. Les lois, décrets et circulaires de la législation française reproduites en annexe dans le livre, en occupent à elles seules plus de cent pages. En dehors de cette partie spéciale, sept chapitres sont réservés à l'art de l'ingénieur, dont le premier d'ailleurs est tout naturellement consacré aux effets physiologiques de l'électricité et aux remèdes à apporter aux accidents. Une étude fort bien faite sur les propriétés générales des prises de terre lui fait suite, question fort peu traitée à fond jusqu'ici. Ensuite, on passe à l'étude de la foudre et des paratonnerres, puis aux accidents dus aux installations électriques industrielles, question étudiée en trois chapitres qui comprennent ensemble 450 pages : le premier est réservé aux installations des lignes de lumière ou de force, le second aux courants dérivés à travers le sol et à leurs effets, le troisième à l'action des lignes industrielles sur les lignes télégraphiques et téléphoniques voisines : question dont ne pouvaient se désintéresser deux ingénieurs des Télégraphes. Le dernier chapitre est consacré au contrôle des installations électriques industrielles. Signalons qu'une bibliographie suit chaque chapitre.

CH. FABRY, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et à l'Ecole polytechnique, **Eléments de thermodynamique**. 1 vol. in-8 de 216 pages avec 39 figures (A. Colin, édit.). Prix : 9 fr.

L'excellente collection de petits Précis éditée par Armand Colin vient de s'enrichir d'un livre écrit par un des savants français qui possèdent au plus haut point le rare don d'enseigner. L'extrême limpidité de son style et l'élégante et pure logique de son plan, le rendent très facile à lire et à suivre : qualité indispensable lorsqu'il s'agit d'une science précédée d'une aussi rébarbative réputation que la thermodynamique.

L'auteur, après une lumineuse préface où il établit que la mécanique classique n'est en somme qu'un chapitre particulier de la thermodynamique, beaucoup plus générale, étudie le principe de l'équivalence, puis les propriétés des fluides et des gaz parfaits. Il aborde alors le second principe (Carnot), relatif à la chute de température, à la réversibilité et au rendement. L'énergie utilisable et sa dégradation, l'application des principes thermodynamiques qui constitue une bonne partie de la physique classique, l'étude des équilibres qui est l'essentiel de la chimie-physique, forment trois autres chapitres. Les trois derniers sont consacrés aux fonctions et diagrammes, aux méthodes et appareils servant à étudier les propriétés des fluides (et où l'auteur se montre un sage et avisé professeur de physique), enfin aux propriétés des fluides parfaits et réels, vapeur d'eau comprise, étude qui doit logiquement ne trouver sa place qu'une fois vues toutes les conditions théoriques des transformations thermiques et mécaniques.

Une bibliographie termine le livre, et des exercices chaque chapitre. L'auteur a volontairement évité les développements académiques à perte de vue, les subtilités de discussion, etc. A la portée de tout élève de Spéciales ou d'Écoles d'Arts et Métiers, ce petit ouvrage est d'une substantielle et élégante concision dont on admirera la justesse et la netteté. Il inaugure brillamment la deuxième centaine de livres de la collection Armand Colin.

J. VACHÉ, ingénieur C. M. P., **Guide de la réparation automobile**. Les jeux et tolérances dans la réparation automobile, instruments de précision pour le contrôle de l'usure et de l'usinage, etc. 1 vol. in-16 broché de 60 pages avec 17 figures (Desforges, Girardot et Cie, édit.). Prix : 6 francs.

Cet ouvrage a été écrit à un point de vue assez spécial : il n'est point un guide du dépanneur, mais se consacre à préciser dans quelle mesure on peut jouer de la tolérance d'ajustage. Ceci en vue d'éclairer le réparateur d'automobiles sur certains détails de la réparation qui sont en général traités empiriquement. Les observations consignées dans ce livre sont le résultat de recherches effectuées sur toutes sortes de véhicules tant légers que lourds. On sait, en effet, que dans la réparation, certaines pièces usagées peuvent rendre encore de bons services ; mais il est nécessaire de préciser dans quelle mesure et par quels moyens le réparateur consciencieux peut se servir de ces pièces ou ensembles, sans qu'il y ait danger pour la vie de l'organe réparé. C'est ce que ce petit ouvrage lui apprendra, et nul doute qu'il ne soit bientôt entre les mains de tous les mécaniciens et réparateurs, car nous ne lui connaissons pas d'analogue pour le but très spécial qu'il poursuit.

MAGNÉ et CHARLENT, chef de travaux et chargé de cours à l'Ecole de métiers de couverture et plomberie, **Traité pratique de plomberie**. 1 vol. in-16 de 380 pages avec 420 figures (Garnier frères, édit.). Prix, relié toile : 15 fr.

Après le *Traité de couverture* écrit par l'un des auteurs, le même éditeur présente maintenant un utile aide-mémoire de plomberie, dont le prix, soit dit en passant, est fort modéré. On y donne plutôt des vues d'ensemble et des notions théoriques, qui font trop souvent défaut chez les ouvriers-plombiers, et on ne cherche pas à insister outre mesure sur les détails pratiques de métier qui s'apprennent « sur le tas » plutôt que dans les livres. Après une énumération raisonnée des outils et matériaux, les auteurs s'occupent de la captation et de la distribution des eaux : pompes, élévateurs (j'aurais désiré voir indiquer les précautions à prendre pour la mise en train des béliers hydrauliques lors de leur installation), réservoirs, tuyauteries, compteurs. Puis la plomberie des salles de bains, toilettes, W.-C. et cuisines. Ensuite, les installations sanitaires collectives : lavabos, urinoirs, bains-douches-égouts. L'épuration de l'eau, les fosses septiques, l'équi-

Digitized by Google

pement contre l'incendie, font naturellement suite. Sans que le livre empiète sur le domaine, distinct, du chauffage, il consacre un chapitre à l'installation d'eau chaude dans l'immeuble. Enfin, un dernier chapitre s'occupe de la plomberie pour le gaz, dont les problèmes sont beaucoup moins compliqués.

R. FURON, docteur ès sciences, **La Préhistoire** (préface de M. M. Boule). 1 vol. in-8 de 187 pages avec 52 figures et 10 planches hors texte. (A. Blanchard, édit.). Prix, br. : 20 fr.

L'auteur auquel on devait un excellent tableau résumé, très commode et très complet, des diverses ères géologiques, a donné dans ce volume un exposé volontairement sommaire, mais très suffisant pour le grand public des principales choses à savoir en matière de préhistoire : matière sur laquelle tout « honnête homme » veut avoir des lumières depuis qu'on parle de Glozel surtout. On n'y cherchera donc qu'une esquisse des données de la paléanthropologie. Quelques pages sur ses méthodes, puis sur le quaternaire en général, ses faciès typiques et ses divisions, quelques mots sur l'évolution du climat et celle de l'homme (c'est peut-être un peu trop peu), et l'auteur aborde les âges de la pierre, époque par époque, puis ceux du bronze et du fer. Les caractères de chaque période (climat, faune, race humaine, outillage et arts) sont heureusement résumés. Que les spécialistes y trouvent des simplifications qu'ils admettront difficilement, peut-être des insuffisances ou des interprétations discutables pour eux, c'est possible ; mais il reste certain que le lecteur saura beaucoup de choses qu'il ignorait, et justes. Le livre — au fond, très peu chargé d'imprimerie — se termine par un exposé d'ensemble sur le peuplement de l'Europe occidentale et les grandes voies de communication.

F. WOLFERS, agrégé de l'Université, docteur ès sciences, **Eléments de la physique des Rayons X.** 1 vol. in-8 de 336 pages avec 77 figures et 3 planches hors-texte (J. Hermann, édit.). Prix : 25 fr.

Les rayons X n'ont leur physique établie que depuis un assez petit nombre d'années : les Bragg, Moseley, de Broglie, Langmuir, C. T. R. Wilson, etc., en ont établi les fondements. Et si l'étude en est difficile et compliquée, réservée aux seuls physiciens pourvus d'une solide formation mathématique, il n'en est pas moins certain que les praticiens qui emploient ces rayons — les médecins en particulier — doivent savoir l'essentiel des connaissances théoriques que l'on possède aujourd'hui sur la production et la propagation des rayons Rœntgen, voire sur leur nature et leur diffraction. C'est dans cet esprit que M. Wolfers a rédigé son ouvrage. Peut-être est-il un peu gros pour ne fournir que des notions destinées à des non-physiciens, et il est à craindre que la plupart, trop occupés, ne feuillettent que sommairement plus de 300 pages et fassent peu de cas des 30 formules données en appendice. Ce n'en est pas moins un bon ouvrage de bibliothèque qu'il conviendra de lire d'abord en entier, puis auquel on pourra se reporter à chaque fois que l'on voudra se rappeler un détail ou chercher une précision. Il contient six conférences, traitant respectivement : de l'énergie rayonnante, des rayons X et de leur pénétration — de la diffraction, des quanta et des spectres des rayons X — des émissions secondaires, de la protection et de l'ionisation — de l'absorption et de l'affaiblissement — de la technique du mesurage, du dosage et de la production des rayons — enfin des tubes radiogènes et de leur théorie.

A. LEFÈVRE, constructeur-mécanicien, **Pour le tourneur et le conducteur de machines-outils.** Recettes, méthodes procédés, « trucs », et tours de mains du praticien. 1 vol. in-16 de 282 pages avec 287 figures. (Dunod édit Prix, broché : 19 fr. 50.

Ce petit volume qui fait partie d'une collection déjà bien connue de petits ouvrages très clairs et essentiellement pratiques, est destiné aux mécaniciens, de plus en plus nombreux, qui travaillent sur machines-outils. Celles-ci sont de plus en plus nombreuses aussi, mais les principes des principaux types restent applicables à tous les modèles.

Sans s'attarder donc à l'étude de procédés compliqués, l'auteur s'est attaché à ne décrire que les méthodes, les outils ou les machines le plus généralement utilisables par le praticien, mais son ouvrage contient l'essentiel de ce qu'il faut savoir et peut tenir la place d'une documentation abondante. Il y a réuni des données pratiques et des procédés souvent peu connus qui permettront l'utilisation rationnelle des machines-outils et l'amélioration sensible de leur rendement.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'étude de l'outillage, de la lubréfaction et du fixage des pièces, puis l'auteur fait une place importante à la construction du tour et enfin au filetage. Il étudie ensuite le tour comme pouvant se substituer à d'autres machines-outils pour des travaux de perçage et fraisage, de rabotage, alésage, meulage, etc... Les chapitres suivants fournissent une documentation pratique sur les machines à percer, à aléser, à fraiser, sur les travaux de poinçonnage, cisaillage, estampage et emboutissage, le travail sur raboteuse et à l'étau-limeur. Un dernier chapitre est consacré au travail du métal par usure.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

PHYSIQUE

Le prix de la lumière. — C'est une chose bien connue, que les plus anciens procédés d'éclairage sont aussi les plus coûteux, si l'on veut obtenir la même quantité de lumière. Pour Paris, M. Imbs fait ressortir qu'un éclairage de 1 000 lumens (c'est-à-dire celui que donneraient 1 000 bougies dont toute la lumière serait concentrée, sans perte, sur 1 mètre carré) revient à 12 francs l'heure avec des bougies de stéarine, à 1 fr. 20 avec le pétrole, et à 0 fr. 12 avec l'électricité. Soit des décroissements de 9/10 et de 99/100. Le gaz, assez variable de composition et de prix suivant les localités, donne des rendements fort inégaux à prix égal selon sa pression et la qualité du manchon qu'il porte à l'incandescence. Il y a aussi à tenir compte de l'amortissement de la mèche, du manchon et de l'ampoule, et du temps demandé par chaque système pour l'entretien en bon état de marche. Il faut avouer qu'il est admirable que l'Etat ait grevé d'un impôt très lourd la bougie, déjà très coûteuse par elle-même à éclairage égal, et n'ait frappé d'aucun droit — jusqu'ici — ampoules ni manchons à incandescence.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

La Houille blanche dans le monde. — De nouvelles statistiques, établies d'après les évaluations les plus récentes et complétées, indiquent pour la puissance des chutes et descentes d'eaux susceptibles d'être aménagées pour l'installation d'usines hydroélectriques, un nombre de l'ordre de 450 millions de chevaux-vapeur pour la surface des continents du globe entier.

Les 2/5 de cette puissance hydraulique appartiendraient à l'Afrique, avec 190 millions de CV ; mais presque tout est à faire, la puissance actuellement installée n'étant que de 10 à 11 000 CV. L'Asie viendrait ensuite avec 71 millions, dont 1 160 000 équipés ; puis l'Amérique du Nord dont 12 millions de CV sont aménagés sur les 62 qu'elle possède. Ensuite l'Amérique du Sud (54 millions existant, 425 000 aménagés), l'Europe dont plus du tiers est actuellement en service (13 600 000 CV sur 65 millions) et enfin l'Océanie, renfermant 18 millions de chevaux dont à peu près rien n'est utilisé encore.

Pour l'Europe, l'Italie, la France et la Norvège se suivent de fort pres, ayant 2 millions à 2 millions et demi installés : ce dernier pays est le plus riche en réserves d'énergie hydraulique (12 millions de CV contre 9 à 10 en France, à peu pres autant en Russie, 6 millions en Italie, en Suède et en Espagne). L'Angleterre ne dispose guère que de 350 000 CV, dont 300 000 sont asservis en usines ; la plus forte proportion utilisée ensuite appartient à l'Allemagne (1 300 000 aménagés sur 2 500 000), puis à la Suisse (1 850 000 sur 4 millions). La Finlande n'a encore que 1/10 de ses 1 850 000 CV d'équipés, ainsi que la Tchécoslovaquie ; la Roumanie 1/20 (50 000 sur 1 million) et la Russie 1/30 environ.

TRANSPORTS

Les nouveaux autobus de Paris. — La Société des Transports en commun de la Région Parisienne (T. C. R. P.) a mis depuis quelque temps en service régulier un nouveau modèle d'autobus. Le changement le plus frappant au premier abord est l'abaissement notable (24 centimètres) du niveau du plancher de la voiture, à laquelle il n'y a plus de marchepieds et qui n'est plus qu'à 64 centimètres du sol au lieu de 88. En outre, on a adopté un moteur à haut rendement, avec épuration mécanique continue de l'huile de graissage, et appliqué le freinage que les quatre roues, avec servo-frein mécanique.

Le but de ces changements a été d'améliorer le rendement de l'exploitation, en augmentant la vitesse commerciale et en réduisant les dépenses kilométriques. Il a été constaté qu'en abaissant de la hauteur d'une marche le niveau du plancher, on a réduit le temps moyen nécessaire à chaque voyageur pour descendre et surtout pour monter. D'autre part, les caractéristiques du moteur, la progressivité de l'embrayage et le choix de la gamme des vitesses donnent la possibilité d'accélérations énergiques, tandis que le freinage sur les quatre roues permet des arrêts très sûrs, dans un espace réduit, sans fatigue exagérée pour le conducteur.

La forme donnée à l'espace mort des cylindres du moteur est favorable à la combustion, en faisant naître de la turbulence dans la masse gazeuse à la fin de la compression ; la possibilité de changer la culasse amovible permet de faire varier le taux de compression, de manière à réaliser, pour chaque combustible employé, le taux qui procure le rendement thermique pratiquement le meilleur.

Grâce au dynamo-moteur monté sur le vilebrequin, le conducteur peut désormais arrêter le moteur pendant les encombrements et le remettre électriquement en route dès que nécessaire, ce qui évite un gaspillage de combustible.

D'autre part, l'épuration continue de l'huile, tout en permettant de ne faire qu'à intervalles notablement plus éloignés la vidange totale du carter, diminue fortement la vitesse d'usure des différentes pièces en mouvement.

Enfin l'accessibilité et les dispositifs d'assemblage rapide des organes du châssis diminuent la durée et le prix de revient des opérations d'entretien et de revision.

Le châssis pèse nu 3 400 kilogrammes, la carrosserie 1 800, les 40 voyageurs 2 800 : au total, le véhicule en pleine charge avec son approvisionnement et son personnel dépasse le poids de 8 tonnes. Il mesure, hors tout, $7^m,95$ en longueur et $2^m,21$ en largeur, occupant ainsi 17 mètres carrés et demi. La voie avant est de $1^m,66$, à l'arrière $1^m,77$, l'empattement de $4^m,38$; le rayon de braquage des roues, pour virer au plus court, est de $8^m,25$.

La carrosserie a été non seulement abaissée dans son ensemble jusqu'à n'être que peu au-dessus du sol ; mais, pour gagner du poids, elle a été légèrement diminuée de hauteur ; ce qui a conduit à placer les lampes-plafonniers

Digitized by Google

non plus sous l'axe du plafond comme auparavant, où ils diminuaient la hauteur laissée libre pour les voyageurs debout pour gagner ou quitter leur place, mais sur deux rangées latérales, au-dessus des sièges.

Le moteur est un quatre-cylindres à culasse facilement démontable, ayant 100 millimètres d'alésage et 160 de course ; au régime de 1 500 tours par minute il donne 43 CV effectifs, et 32 à 1 100 t/minutes. La formule employée en France lui attribue une puissance « fiscale » de 19 CV. Les soupapes sont latérales, l'allumage par magnéto haute tension. Le carter ne contient pas moins de 10 litres d'huile qui est à épuration continue. L'embrayage est à cône inverse, et il y a quatre vitesses qui ont comme rapports respectifs avec celle de prise directe désignée par 1 : 1,7 pour la troisième ; 2,4 pour la seconde et 3,8 pour la première.

Enfin la dynastart employée pour la mise en marche du moteur (qu'on peut ainsi arrêter toutes les fois que la halte du véhicule paraît devoir se prolonger plus de quelques secondes) consomme 150 watts sous 1 000 tours-minute ; l'équipement électrique travaille sous 12 volts.

Ces autobus ont été décrits en détail, avec plans, dans *le Génie civil* (novembre 1927).

L'établissement des voitures de course. — Les automobiles de course ne peuvent, en somme, être extrêmement différentes des voitures de série de la même marque : d'abord parce que s'il existait en réserve dans l'esprit de l'ingénieur des dispositifs vraiment supérieurs à ceux que l'on emploie déjà, on ne s'amuserait pas à les laisser sans les appliquer aux véhicules vendus ; ensuite parce que les nouveautés que l'on veut essayer ne portent que sur des points très peu nombreux, et que d'ailleurs si la voiture essayée en course différait de celle de série par un très grand nombre de détails et de principes, on ne saurait au juste la part qui reviendrait à chacun dans les résultats, et la construction courante n'en bénéficierait nullement : la course, sa préparation en atelier et la discussion des résultats qui la suit, cesseraient d'être un enseignement, et dès lors la course automobile n'aurait — du point de vue technique et industriel — plus de raison d'être. Aussi peut-on remarquer que ce n'est jamais dans les véhicules de course que l'on rencontre les solutions paradoxales, les nouveautés révolutionnaires, les bouleversements complets des vieilles données : ces audaces sont réservées à des essais, destinées (si elle veut bien les acheter) à la clientèle ordinaire, par de petits constructeurs malheureusement incapables de « sortir » une grosse production.

Mais, si peu différente que puisse être une voiture de course d'une voiture de tourisme en série, il suffit qu'elle ne soit plus identique pour qu'aussitôt l'outillage et les dessins cotés cessent de servir : dès qu'on change quelque chose à l'implacable standardisation de l'usinage et du montage en grande série et du travail à la chaîne, la voiture devient du coup une pièce faite à la main, et le projeteur devient libre de chercher ce qu'il juge bon, puisque presque tout ce qu'il emploiera (sauf quelques pièces accessoires de série courante qui peuvent servir) devra être fait pour lui, suivant ses indications. Aussi est-ce un bonheur pour un chercheur ardent, que de pouvoir dessiner un engin pour lequel il a carte blanche, le prix de revient ne comptant pas, du moment que la Direction s'est décidée à faire les frais d'une course.

Comme le dit M. H. Marchal, « l'étude d'une voiture de course est, pour l'ingénieur qui, là, n'est pas bridé par les terribles considérations économiques des affaires, l'occasion de donner libre cours à son imagination technique. C'est la réalisation possible de tous les rêves qu'il a pu faire, c'est l'art joint à la science pour atteindre le but le plus noble de la mécanique : la plus grande vitesse. »

Ce qu'il y a de curieux, c'est qu'une aussi grosse besogne que celle qui consiste à établir entièrement (projets, plans et exécution à un ou deux exemplaires) quelque chose d'aussi difficile qu'un engin de course supérieur, par principe, à tout ce qui a été fait d'analogue jusque-là, — une aussi grosse besogne, disons-nous, n'absorbe pas autant qu'on le croirait de l'activité de l'usine (sans quoi, d'ailleurs, il faudrait y renoncer pour d'évidentes raisons économiques) :

« On se fait généralement une idée fausse de la rapidité avec laquelle sont établies les voitures. Ainsi :

« La Delage du Grand Prix de l'A. C. F. 1914, est commencée le 30 janvier, et la course est le 6 juillet.

« Les fameuses 4 l. 900 de Ballot sont étudiées et construites en 103 jours : l'étude est commencée le 26 novembre 1918 et la première voiture roule le 8 avril

En 1921, le premier trait des 1 l. 500 Talbot est tiré le 6 mai. Le 6 septembre, c'est-à-dire 120 jours après, Seegrave sortait de l'usine la dernière voiture et Thomas avait déjà fait le voyage Paris-Dieppe et retour, et de nombreux essais de vitesse à Nonancourt. »

L'automobile à réaction gazeuse. — La presse quotidienne a donné depuis un ou deux mois quelques détails — assez déformés en général — sur les essais faits par le réputé ingénieur allemand Fritz von Opel, l'une des autorités en matière de construction automobile, sur des voitures mues par l'effort que prennent sur elles les gaz qui se dégagent de combustibles que l'on allume à l'arrière.

Nous avons déjà dit quelques mots (mars 1928, p. 25*) du projet ou plutôt de l'avant-projet très étudié par Esnault-Pelterie, d'un projectile à réaction gazeuse destiné à des voyages interastraux, ou tout au moins, pour commencer, à des sondages aériens dans la très haute atmosphère. Au surplus, tous ceux qui ont tenu les tranchées de première position il y a dix ou douze ans ont bien connu — trop connu — les projectiles de minenwerfer allemands possédant à l'arrière un faux-fond perforé : entre les deux parois se trouvait une poudre à déflagration lente à laquelle l'explosion d'ailleurs faible du mortier mettait le feu, et les gaz brûlants sortaient par les orifices du culot avec une vitesse assez grande pour que, par réaction, le projectile prît appui sur eux pour progresser. La masse des gaz enflammés est faible par rapport à celle du projectile, et leur mobilité dans l'air est trop grande pour que l'appui que fournit leur inertie se rapproche de celle de l'eau vrillée par une hélice, encore bien moins de celle du bois où se meut une vis filetée ; mais enfin ce n'est qu'une question de degré, et en choisissant convenablement l'explosif ou plutôt le combustible, en déterminant le diamètre et le tracé des tuyères de sortie, en groupant un nombre suffisant de fusées-propulseurs, on peut toujours obtenir une émission gazeuse dont la masse et la vitesse permettent à un véhicule donné de prendre par réaction sur ces gaz une accélération suffisante.

C'est ce que Fritz von Opel — après des essais préliminaires très prolongés sur petits modèles pourvus de dispositifs enregistreurs dynamométriques — a fait

Digitized by Google

depuis le mois de mars sur diverses pistes et avec plusieurs engins. Les premiers résultats dont on ait publié les comptes-rendus ont été faits sur l'autodrome de Russelsheim, près de Francfort-sur-le-Mein. L'automobile avait à son arrière, partant d'une sorte de caisson, neuf tubes-fusées ; leur émission est commandée par autant de manettes placées sous la main du conducteur. A Russelsheim, on arriva en huit secondes seulement à une vitesse de 100 kilomètres à l'heure, ce qui représente une accélération moyenne de 27 mètres-seconde. L'essai ne dura d'ailleurs que deux minutes. Si les neuf fusées avaient été allumées simultanément, on aurait atteint en une à deux minutes une vitesse de près de 400 kilomètres à l'heure.

D'autres essais eurent lieu ensuite sur la piste de Grünewald, près de Berlin ; des engins pourvus de 37 et de 24 tubes-fusées atteignirent très rapidement une allure de 196 kilomètres à l'heure, sur une longueur de 3 kilomètres environ, l'inventeur tenant avec raison à ne perfectionner que progressivement ses résultats. Cette prudence était justifiée : des essais encore plus récents (fin juin) eurent lieu cette fois sur voie ferrée, entre Hanovre et Hambourg. Cinq kilomètres en ligne droite avaient été réservés pour la tentative ; et, la question de la direction n'étant plus en cause, on avait prudemment éliminé tout conducteur humain pour ne laisser comme passager qu'un chat. Les fusées arrière motrices devaient, en finissant de brûler, mettre le feu à d'autres disposées à l'avant pour donner une impulsion de sens contraire en fin de course et freiner la voiture avant l'arrêt. Cette voiture était un châssis sans carrosserie.

Un premier essai donna une vitesse de 180 kilomètres à l'heure, mais plusieurs fusées prirent feu en même temps, plusieurs furent lancées au loin et faillirent tuer des assistants. Un second départ amena une accélération si brutale que l'auto-fusée se cabra et sortit des rails ; en se renversant elle mit le feu aux autres fusées et fut de suite hors de service. Von Opel prévoyait d'ailleurs la difficulté qu'il y aurait à « faire coller » aux rails ou à la piste une voiture d'accélération si rapide : il comptait essayer une carrosserie fuselée flanquée de deux ailerons obliques qui par réaction sur l'air tendraient à appuyer plus fortement la voiture contre le sol.

Il faut ajouter qu'un avion à propulsion par fusées est actuellement en essai à Fulda, il semble que les premiers essais auraient été satisfaisants ; mais les Allemands observent une grande discrétion sur ces expériences.

L'auto-fusée von Opel, qui n'en est encore qu'à la période des tout premiers essais industriels, n'a évidemment encore ni la souplesse ni la stabilité indispensables. Le rendement est encore trop faible, d'après le bruit formidable que font les fusées, et un nuage de flammes et de fumée entoure l'engin. Il n'y a d'ailleurs aucun doute que de très notables progrès doivent rapidement être acquis ; et l'on peut se fier à l'esprit de suite et à la ténacité méthodique et patiente des Allemands pour compter sur un prochain perfectionnement d'un système dont les inconvénients se voient mieux que les avantages, mais qui est applicable en somme. Il n'est toutefois pas mauvais de se rappeler qu'un essai de propulsion de véhicule par déflagration a été tenté en France, il y a plus de quarante ans, par un inventeur français. Justin Buisson. Le canot qu'il avait construit fut essayé sur la Seine le 16 décembre 1886 : mais le dispositif à déflagration fonctionna mal ou était mal calculé, et ce fut une véritable explosion qui se produisit, faisant voler en éclats le bateau et déchiquetant le corps de l'inventeur et de son assistant.

ÉCONOMIE POLITIQUE

Le trafic du canal de Panama en 1926-1927. — Les pavillons de 25 nations ont été représentés dans le trafic du Canal de Panama pendant l'année financière se terminant le 30 juin 1927. Par comparaison avec l'année financière précédente, on relève notamment la réapparition des pavillons de la République Argentine et de Costa Rica et la disparition du pavillon portugais.

Les navires battant pavillon des Etats-Unis ont formé 53,05 p. 100 du tonnage net ayant utilisé le Canal, et 54,9 p. 100 du total des marchandises ayant transité par ce Canal pendant l'année considérée.

Si l'on compare le trafic des dix principaux pavillons pendant l'année financière 1926-1927, avec celui de l'année financière précédente, on relève comme augmentation dans le tonnage net (jauge du Canal de Panama) les pourcentages suivants : États-Unis, 10,7 p. 100 ; Allemagne, 7,4 p. 100 ; Japon, 26,1 p. 100 ; Hollande, 8,4 p. 100 ; France, 27 p. 100 ; Suède, 6,9 p. 100. Comme diminution on relève les pourcentages suivants : Angleterre, 1,4 p. 100 ; Norvège, 8,04 p. 100 ; Italie, 6,7 p. 100 ; Danemark 15,4 p. 100 ; et l'ensemble des autres pavillons, 6,3 p. 100. Si l'on compare le tonnage net du total du trafic en 1926-1927 par rapport à l'année financière précédente, on relève une augmentation de 9,97 p. 100.

Les paquebots français à moteurs Diesel. — La Société des services contractuels des Messageries maritimes qui a déjà un paquebot à moteurs Diesel en service (*Théophile-Gautier*) et deux autres en construction (*Eridan* et *Jean-Laborde*) a récemment commandé à la Société des ateliers et chantiers de la Loire un quatrième paquebot à moteurs, le *Félix-Roussel*, destiné à la ligne Chine-Japon. Ce paquebot aura les caractéristiques suivantes :

Déplacement en charge normale : 20 945 tonneaux.
Longueur entre perpendiculaires : 163 mètres.
Longueur hors tout : 170m,40.
Largeur maxima : 20m,80.
Creux sur quille au pont principal : 14m,30.
Tirant d'eau en charge : 8m,50.
Port en lourd (approvisionnements et marchandises) : 10 200 tonnes.
Nombre de passagers : 1 067 (1re, 2e, 3e classes et rationnaires).

Il sera muni de deux moteurs Diesel-Sulzer à deux temps et à simple effet qui développeront une puissance totale d'environ 14 000 ch. ind. La vitesse maxima prévue à mi-charge est de 16 n. 4.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES TRANSPORTS

Les charges actuelles des chemins de fer français. — A l'assemblée générale de l'Association des actionnaires et obligataires des chemins de fer français (16 décembre 1927), il a été lu un rapport important sur l'état financier actuel des chemins de fer en France. Nous en donnons ici l'essentiel.

Grâce aux trois relèvements de tarifs de 1926, à la suite desquels les chemins de fer français restent encore parmi les moins chers d'Europe, l'exercice 1926 s'était pour la première fois clos pour les sept grands réseaux par un excédent de recettes de 560 millions. Résultat d'autant plus intéressant qu'on était arrivé à la fin de la période transitoire pendant laquelle l'Etat avait accepté de prendre à sa charge le service des emprunts émis, sur sa demande, par les réseaux pour combler le découvert du fonds commun.

Le ralentissement des affaires, qui s'est traduit par une diminution du trafic de l'ordre de 10 p 100, a modifié cette situation du tout au tout. Les réseaux prévoient pour 1927 un déficit d'environ 400 millions, et qui eût atteint 900 millions si l'on ne disposait pas de l'excédent de recettes pour 1926 pour faire face aux annuités des emprunts contractés pendant la période transitoire. Aucune réserve n'existant plus pour 1928, et des dépenses nouvelles pour les retraités étant à prévoir, on peut s'attendre pour cette année à un déficit de 1 300 millions.

Pour faire face à ce déficit les réseaux vont être vraisemblablement amenés à demander aux pouvoirs publics, conformément à la Convention, un ajustement des tarifs. En attendant qu'il soit réalisé et produise ses effets, le Trésor devra, en application de la Convention, faire au fonds commun les avances nécessaires.

Analysant les causes du déficit, le rapport combat la thèse d'après laquelle la part des actionnaires et celles des Conseils d'administration grèvent trop lourdement le budget des compagnies. Les actionnaires figurent pour 2,2 p. 100 dans les dépenses générales des compagnies, contre 8 p. 100 avant la guerre. Les conseils d'administrations figurent dans le même tableau pour 0,1 p. 100. Il ne faut pas attendre non plus beaucoup d'une meilleure gestion de la part des réseaux dont le coefficient d'exploitation a été abaissé de 109,74 p. 100 en 1921 à 76,37 p. 100 en 1926.

Le rapport attribue les causes profondes du déficit aux charges fiscales qui pèsent sur les réseaux et à l'application de la loi de huit heures.

Pour prendre un seul exemple de l'exagération des charges fiscales, l'impôt sur les billets de chemins de fer fer qui est de 32,5 p. 100 (contre 10 à 16 p. 100 en Allemagne, 5 p. 100 en Angleterre, nul en Hollande, en Belgique, Italie, Norvège, Suède, Danemark, etc.) est un impôt anti-économique au premier chef, puisqu'il tend à restreindre le trafic par voie ferrée au profit des transports par eau ou par automobiles, infiniment moins imposés. Il est, en outre, d'un rendement contestable puisqu'il ne rapportera pas plus en 1927 qu'en 1926, quoique le dernier relèvement de tarifs n'ait porté que sur les quatre derniers mois de 1926.

Tandis que l'usager des voies d'eau acquitte un impôt de 8 p. 100 ou de 4 p. 100, l'usager des voies ferrées paie, en sus des tarifs proprement dits, un impôt de 11,5 p. 100 ou 5,75 p. 100 suivant les marchandises transportées.

Pour rétablir l'égalité de régime entre les voies ferrées. et les voies navigables, un impôt nouveau devrait donc être appliqué à ces dernières, impôt dont le produit couvrirait leurs dépenses d'entretien.

L'application trop stricte de la loi de huit heures — application contraire au texte et à l'esprit de la loi de 1919 — en contraignant les réseaux à augmenter leur personnel de 30 p. 100, a entraîné un accroissement annuel des dépenses de 1 300 millions, chiffre égal au déficit global prévu pour 1928.

Chemins de fer et automobiles. — La concurrence faite actuellement aux chemins de fer français par les services de transports automobiles publics est favorisée par le régime fiscal privilégié dont bénéficient ces derniers. Tandis que les transports par chemins de fer sont assujettis à un impôt sur les transports, aucune taxe fiscale analogue ne pèse sur les services automobiles, qui n'assument la charge ni de la construction, ni de l'entretien des routes qu'ils utilisent. En outre, les taxes et impôts qui leur sont appliqués ne compensent même pas les dépenses d'entretien des routes.

On sait que les impôts sur les transports par chemins de fer, qui ont été relevés le 16 août 1926, sont passés de 11,5 p. 100 à 32,5 p. 100 des prix perçus pour les voyageurs, de 3,5 p. 100 à 11, 5 p. 100 des prix perçus pour les marchandises des premières séries de la petite vitesse et de 1,78 p. 100 à 5,75 p. 100 pour les marchandises des cinquième et sixième séries, et les denrées. Compte tenu de l'augmentation des divers impôts qui pèsent sur les huiles, les essences et les automobiles, la charge fiscale, rapportée à un voyageur transporté à 1 kilomètre, est plus de deux fois plus élevée pour les transports par voie ferrée que pour les transports par automobiles.

Pour rendre la situation de ces entreprises à peu près comparable, il faudrait appliquer aux entreprises de transports automobiles publiques un impôt supplémentaire équivalent à celui qui pèse sur les transports par voie ferrée.

Billets de faveur et plein tarif. — C'est une opinion courante dans certains milieux, écrit la *Chronique des Transports*, que si tous les usagers du chemin de fer payaient leur place, le déficit des chemins de fer serait supprimé ou tout au moins notablement réduit.

L'évaluation de la perte de recettes subie du fait de la délivrance des facilités de circulation est chose difficile. Mais il résulte des calculs faits, à plusieurs reprises, que la valeur des facilités de circulation représente fort peu de chose par rapport aux résultats d'exploitation des réseaux.

En 1922, M. Colson, dans un rapport au Conseil supérieur des chemins de fer, évaluait à 30 millions le montant des réductions passibles de l'impôt, alors que le budget des réseaux atteignait à cette époque 4 milliards et demi, soit 0,66 p. 100.

Sous une autre forme, à la suite d'une question écrite

Digitized by Google

posée par M. Japy, sénateur (*J. o.* du 27 mars 1923), il a été trouvé que, pendant le mois d'octobre 1922, pris à titre d'exemple, le nombre des billets de faveur avait été de 30 000 contre 58 millions de billets payants, soit une faveur délivrée, contre environ 2 000 billets payants ou 0,05 p. 100.

Si l'on considère que les réductions de tarif provoquent certains voyages ou certains surclassements qui n'auraient pas lieu sans elles, on est en droit de conclure que les recettes des réseaux ne seraient pas sensiblement accrues du fait de la suppression des faveurs de circulation.

Il ne faut pas perdre, d'ailleurs, de vue que certaines faveurs de circulation sont imposées aux réseaux par leurs cahiers des charges ou par des textes législatifs (notamment en faveur des fonctionnaires du contrôle, des contributions indirectes, des douanes, de la poste, et d'autres fonctionnaires) et que d'autres facilités de circulation, notamment celles qui sont la contre-partie d'une publicité faite aux réseaux, ont le caractère d'une rémunération en nature et que si on les supprimait, les dépenses des réseaux seraient accrues dans une proportion au moins aussi considérable que les recettes pourraient l'être.

Les trains de marées. — Voici un tableau indiquant les résultats obtenus depuis quelques années par les réseaux d'Orléans au point de vue du transport du poisson pêché en Bretagne :

On remarquera l'accroissement considérable (300 p. 100), de la production de Lorient, dont le port a été équipé tout spécialement pour cette pêche, et aussi l'augmentation très marquée de la demande en poisson de la population française, l'une des plus faibles consommatrices jusqu'ici.

Quant à l'impôt sur les voyageurs, il est actuellement de 32,5 p. 100 en France, 30 p. 100 en Autriche, 25 p. 100 en Espagne, 20 p. 100 en Tchéco-Slovaquie, 16,14 et 12 p. 100 selon les classes en Allemagne, 5 p. 100 en Angleterre (en première et deuxième classes seulement), 2 p. 100 en Belgique. Il n'y a pas d'impôt sur les voyageurs aux Etats-Unis, en Italie, en Norvège, dans les Pays-Bas, en Pologne, en Suède et en Suisse.

Malgré la majoration de 11,9 p. 100 des tarifs-marchandises, les tarifs-marchandises français demeureront parmi les plus bas des tarifs de chemins de fer. En valeur-or, nos tarifs seront au coefficient de 1,23 p. 100 (impôt non compris) par rapport à 1913 (1). En Italie, le coefficient de majoration des tarifs est plus bas, il n'est que de 0,94. La réduction des tarifs a fait partie de l'ensemble des mesures prises par le gouvernement faciste pour relever la valeur de la lire. En Belgique, les tarifs sont au coefficient 1, mais ils vont être relevés prochainement. En Allemagne les tarifs sont au coefficient 1,29 et ils vont être relevés; aux Etats-Unis ils sont au coefficient 1,55, en Angleterre 1, 60, en Suisse 1,62, en Suède 1,63, aux Pays-Bas 1,80, en Norvège 1,94.

En valeur-or nos tarifs marchandises vont être à 1,23 (contre 1 en 1914). Aux Etats-Unis, ils ont à 0,97 (contre 0,63 en 1913 — coefficient 1,55). En Belgique ils sont de 0,98 (soit au taux d'avant-guerre), mais ils vont être majorés. En Autriche, ils sont à 1,13. Mais dans tous les autres pays les tarifs sont en valeur-or très au-dessus des nôtres :

Allemagne 1,40 (et ils vont être relevés).
Suède, 3, 93.
Espagne, 2,06.
Pays-Bas, 2,13.
Norvège, 2,52.
Angleterre 3,08.
Suisse, 3,42.

Tonnage de la marée expédiée des principaux ports bretons.

	1913	1921	1922	1923	1924	1925	1926
Lorient	7 781	14 006	13 812	15 960	17 554	21 028	21 300
Douarnenez	4 836	6 465	5 110	5 490	5 268	6 638	5 585
Le Croisic	2 429	2 914	2 790	2 639	2 352	2 258	3 276
Pont-l'Abbé	3 462	5 279	4 028	4 646	3 498	3 590	2 741
Quiberon	1 210	2 518	2 180	2 761	3 115	2 063	2 010
Guérande	1 358	1 903	1 400	1 372	1 257	1 635	1 293
Concarneau	965	1 212	1 088	952	1 111	968	1 028

	1913	1925	1926	1927
Nombre des navires	5 010	5 490	4 713	5 621
Jauge nette	5 074 959	7 567 459	6 829 258	7 823 305

Les impôts et les tarifs des chemins de fer français. — Nous avons dit que le Conseil supérieur avait émis un vœu en faveur de la réduction des impôts sur les transports. Les Chambres de commerce et de nombreux groupements économiques, commerciaux industriels et agricoles ont formulé le même vœu.

Rappelons ici que l'impôt sur les marchandises qui atteint actuellement en France 11,5 p 100 et exceptionnellement 5,75 p. 100 pour certaines marchandises de faible valeur, n'atteint que : 7 p. 100 en Allemagne, 5 p. 100 en Espagne ; il n'en existe pas en Angleterre, en Belgique, aux Etats-Unis, en Italie, en Norvège, aux Pays-Bas, en Pologne, en Suède, en Suisse.

Le coefficient de 1,23 p. 100 pour la France sera d'ailleurs réduit par les propositions approuvées par le Conseil supérieur et celles que vont étudier les réseaux pour abaisser les tarifs de base ou instituer des prix fermes.

La France ne se trouvera donc pas en mauvaise situation par rapport aux autres pays, et cette situation sera meilleure encore lorsque le gouvernement aura pu donner suite au vœu du Conseil supérieur relatif à la réduction de l'impôt. (De la *Chronique des Transports.*)

(1) En papier les tarifs marchandises français vont être au coefficient 6,16 alors que les dépenses des réseaux dépassent le coefficient 8.

Digitized by Google

NOUVELLES DU MONDE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL

Le laboratoire d'optique de l'Observatoire de Paris. — M. George W. Ritchey, le célèbre astronome-opticien américain qui a travaillé les plus grands miroirs astronomiques du monde (2m,52 de diamètre pour le Mont-Wilson) et dont nous avons signalé les si curieux travaux sur les miroirs « cellulaires » à deux surfaces minces, vient d'être fait chevalier de la Légion d'honneur. Nous comptons revenir très prochainement sur les tout récents travaux qu'il poursuit à Paris avec M. Henri Chrétien.

En même temps, les amis de l'astronomie apprendront avec un vif regret la mort de M. Assan Dinah, le mécène ami de la France qui avait chargé M. Ritchey d'exécuter pour ce pays, un télescope de très grande ouverture et d'un type absolument moderne et nouveau, qui doit être installé en Savoie sur le mont Salève. C'est une grande perte pour notre pays et pour la science.

La normalisation des dessins techniques et de la boulonnerie-visserie. — Le *Comité de normalisation de la mécanique* (92, rue de Courcelles, Paris, VIIIe) vient de publier les feuilles de normes reproduisant les données du fascicule E. I., boulonnerie-visserie de la Commission permanente de standardisation du Ministère du Commerce.

On sait que cette normalisation, qui date de juin 1920, a été adoptée par la Marine nationale, le Service automobile de l'armée, et diverses autres administrations, par des organisations syndicales comme la Chambre syndicale des industries du décolletage, la Chambre syndicale des industries métallurgiques du Rhône, le Bureau de normalisation de l'automobile, etc., enfin par un très grand nombre d'établissements industriels privés.

Le prix d'une feuille séparée est de 2 francs et, à titre exceptionnel, celui des 32 feuilles de boulonnerie-visserie de la C. P. S. de 50 francs. Il ne sera fait d'envois que par quantités minima de 5 feuilles. On pourra souscrire à l'avance toutes les feuilles à paraître dans le courant de l'année, ce qui permettra de recevoir au fur et à mesure toutes les nouvelles normes parues, avec une réduction de 15 p. 100. Une réduction est également prévue pour commandes par plusieurs exemplaires.

Ce Comité vient également de soumettre à enquête publique ses projets de normalisation relatifs aux dessins techniques, et demande à tous les intéressés de bien vouloir lui faire parvenir leurs objections éventuelles à ces projets d'urgence.

Ces projets sont publiés dans le *Bulletin* du Comité de normalisation de la mécanique, que l'on peut se procurer directement rue de Courcelles, et qui a été communiqué aux diverses associations syndicales intéressées. Nous en indiquerons les directives principales après clôture de l'enquête.

Enfin, ce Comité a soumis également à enquête publique dans son Bulletin de mai ses projets de normalisation des *vis sans tête, vis à bout pointu, vis à cuvette, vis à téton, etc.* Durée de l'enquête : deux mois.

Une exposition aéronautique. — La Fédération de l'industrie aéronautique allemande organise une exposition aéronautique internationale qui se tiendra à Berlin du 7 au 28 octobre 1928.

Deuxième exposition du Chauffage industriel. — A l'occasion du deuxième congrès du Chauffage industriel, une exposition d'appareils et installations a en lieu du 23 juin eu 28 juillet, au Parc des Expositions de la Ville de Paris (Porte de Vanves),

L'Union astronomique internationale a tenu sa troisième Assemblée générale à Leyde à partir du 5 juillet 1928. On sait que les réunions mondiales consacrées à l'astronomie sont le type des assemblées internationales non seulement utiles, mais indispensables à la comparaison et la coordination des résultats acquis et à l'édification de programmes de vaste envergure en matière scientifique ; dans aucune autre science peut être les résultats n'ont été aussi nets et aussi précieux. Les magnifiques programmes du Catalogue et de la Carte photographiques du ciel en sont un exemple classique. On sait aussi que peu de pays ont droit autant que la Hollande à voir se rassembler des astronomes chez eux : les travaux de Kapteyn, de van Rijn, de van de Sande Backhuysen, etc., lui donnent une des premières places en physique cosmique moderne.

A l'Académie des Sciences. — L'Académie a élu membre titulaire, en séance du 7 mai, M. Caullery, professeur à la Sorbonne où il succéda à Alfred Giard, comme successeur à M. Henneguy, professeur au Collège de France.

La veille, une assemblée d'élèves et d'amis de M. Emile Picard — parmi lesquels M. Painlevé, M. Maurain, doyen de la Faculté des Sciences, M. Vessiot, directeur de l'Ecole normale supérieure, M. Léon Guillet, directeur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, M. Charléty, recteur de l'Université de Paris, le Dr Roux, directeur de l'Institut Pasteur — a fêté à la Sorbonne le cinquantenaire scientifique de l'illustre mathématicien. De nombreux savants étrangers, parmi lesquels MM. de la Vallée-Poussin (de Louvain), de Sitter (de Leyde), Vito-Volterra (de Rome) se sont joints à M. Lacroix parlant au nom de l'Académie des Sciences, R. Doumic représentant l'Académie française et Painlevé le gouvernement. *La Revue générale des Sciences* a publié intégralement ces discours dans son numéro du 13 mai.

Digitized by Google

CHRONIQUE GÉOGRAPHIQUE

Combien y a-t-il de Français fixés à l'étranger? — Si extraordinaire que puisse paraître une telle incertitude à une époque où tout acte public d'un être humain est contrôlé, autorisé ou enregistré par des bureaux officiels, la France ne peut dire, à 50 p. 100 près, le nombre de ses nationaux qui ont fixé leur résidence en dehors de la mère-patrie. Les évaluations varient du simple au double, entre un demi-million et un million. Une revue tout récemment fondée (*La Voix de France*, publiée par l'Office national du Commerce extérieur, 22, avenue Victor-Emmanuel III, Paris) pour faire la liaison entre les Français résidant à l'étranger, étudie cette importante question dans son premier numéro (mars 1928).

La dernière *évaluation* officielle — car il paraît qu'on ne peut avoir recours à un recensement rigoureux, ce qui est bien extraordinaire puisqu'en tous les pays du monde tout étranger qui s'établit doit faire sa déclaration aux autorités et que celles-ci enregistrent tous décès et naissances : il suffirait donc d'établir une liaison des plus simples entre le consulat français et les autorités administratives locales pour prendre note de toutes modifications — la dernière évaluation donc date d'avant la guerre : les questionnaires ont été envoyés aux consuls en 1912. Seize ans, soit une demi-génération, ont passé depuis: c'est dire que les réponses, publiées en 1915 dans le *Bulletin de la Statistique générale de la France*, ne sont plus du tout à jour.

Encore cette estimation ne s'appliquait-elle qu'aux Français de nationalité incontestable, laissant de côté les enfants nés de parents français dans les pays appliquant le *jus soli*, c'est-à-dire la disposition d'après laquelle les enfants ne suivent pas nécessairement la nationalité de leurs parents. On sait que la France vient de modifier profondément les conditions légales fixant chez elle la nationalité des descendants d'étrangers nés sur son territoire. Mais il est d'autres cas en quelque sorte intermédiaires laissant place à toutes sortes d'indécisions, d'ambiguïtés et d'interprétations, sur la nationalité d'adultes dont l'état-civil est cependant parfaitement défini : ce qui est grotesque, quand on pense à l'abondance de dispositions méticuleuses destinées à prévoir tous les cas possibles en matière d'état-civil. N'a-t-on pas vu récemment, lors d'un important procès sur la propriété du château de Chambord, divers membres de la famille de Bourbon se prévaloir de nationalités imprécises et imprévues avec une merveilleuse souplesse, et se trouver à demi ou au tiers titulaires de deux ou trois patries, à moins que des commodités plus grandes ne les transforment en *heimatlos* gardant une parfaite indépendance devant tous les codes civils. Quand on pense que les législateurs de tous les pays ont été libres de tailler, coudre ou bâtir comme il leur plaisait en matière de règlements et qu'ils ne sont pas arrivés à trouver un système de conventions un peu net et un peu complet, on s'explique que d'aussi lamentables organisateurs soient bien incapables de résoudre (de *solutionner*, comme ils patoisent) les plus rudimentaires problèmes économiques et sociaux qui se présentent et qu'impose la force des choses.

***

Mais laissons ces verbeux assembleurs de nuées trouées, et revenons aux Français à peu près régulièrement immatriculés qui vivent à l'étranger.

On pourrait croire, surtout connaissant la réputation de casaniers faite aux Français, que ceux-ci se trouveront groupés surtout aux environs immédiats de leur pays. Ceci n'est pas exact. S'il y avait 269 000 Français répandus dans l'Europe, dont 223 000 dans les sept pays limitrophes (Angleterre, Belgique, Luxembourg, Allemagne, Suisse, Italie, Espagne), il y en avait à la même époque au moins 300 000 dans les deux Amériques, dont un peu plus de la moitié dans l'Amérique du Nord et du Centre. Et le pays étranger le plus riche en Français étaient les Etats-Unis, puis l'Argentine, possédant respectivement un quart et un cinquième de plus de nos nationaux que la Belgique.

En commençant par l'Europe, le pays où l'on trouvait le plus de Français était la Belgique (80 000, surtout à Bruxelles, puis à Mons, Charleroi, Tournai, Anvers et Liège). La Suisse venait ensuite avec 64 000 (dont 38 000 à Genève). Ces deux pays ont pour nos compatriotes l'avantage d'employer largement la langue française. Venait ensuite l'Angleterre, hébergeant un peu plus de 40 000 Français, la plupart à Londres et dans sa banlieue, et y compris 8 500 dans les îles Anglo-normandes. En quatrième rang, l'Espagne, avec 20 000 Français dont plus de la moitié fixés à Barcelone et dans la Catalogne, un assez grand nombre à Madrid.

Chose curieuse, l'Italie si voisine et où la Corse et la Riviera permettent pour la langue et les coutumes une si facile et si large transition, ne contenait que 8 500 Français, un tiers de moins que la lointaine et très étrangère Russie, où ils étaient 12 000. L'Allemagne possédait environ 7 500 Français, sans compter 11 600 en Alsace-Lorraine, où la situation n'était pas toujours fort nette comme dix ans d'expérience et d'expériences ont permis de s'en rendre — assez vaguement — compte. On peut cependant dire que ceux qui, sous l'administration allemande, revendiquaient la qualité de Français et étaient inscrits comme tels, étaient bien vraiment Français. On n'en saurait dire autant aujourd'hui, où s'étage un ruban merveilleusement dégradé depuis le pur Français jusqu'à l'*Echtdeutsch* d'un bleu de Prusse bon teint. Mais si des indécisions, des compromissions et aussi des infiltrations ont profondément troublé le problème des nationalités en Alsace, sans que toute la faute en soit aux habitants, qui avaient droit à la netteté de la part du gouvernement chargé désormais de les administrer, ceux qui comme le signataire de ces lignes ont vu fin 1918 ce qu'avaient fait pour eux les Français de Lorraine et d'Alsace depuis deux générations, savent et n'oublieront pas qu'il y avait là, sous la loi de l'Allemagne, de vrais Français de France.

Venaient ensuite, dans l'ordre : la Turquie d'Europe avec 3 900 Français (pour la plupart à Constantinople), 2 930 en Autriche (surtout à Vienne), et 1 040 en Hongrie, presque autant en Hollande (2 700), et 2 100 dans le Luxembourg. Puis 1 800 au Portugal, 800 en Grèce, 600 seulement en Roumanie, où ils eussent pu prendre la place d'un nombre indéfini d'Allemands et d'Autrichiens. En Danemark et en Islande, où la langue française est d'usage fort répandu, 450, et seulement 200 en Norvège et 60 (?) en Suède. 200 en Bulgarie, 50 en Finlande, une dizaine seulement au Montenegro.

Digitized by Google

Dans le Nouveau-Monde, on comptait à cette époque 117 000 Français aux Etats-Unis, en n'y comprenant pas les enfants nés sur territoire américain, et en réservant une forte marge d'imprécision vu l'obscurité (inexplicable, répétons-le, car enfin une naturalisation est un acte officiel qui s'enregistre, et dont un agent consulaire ou diplomatique doit avoir connaissance pour peu qu'il daigne s'en donner la peine) qui règne sur le nombre de Français naturalisés américains ou « de sentiments américains » (*sic*). De quoi servent, grands dieux, les dizaines, centaines et milliers de lois, décrets et règlements de tous pays? Au Canada, 25 000 ; au Mexique, 4 000 ; à Cuba, 2 300 et un millier à Haïti. Pour les autres Antilles 3 500 environ, un peu plus de 1 000 dans les petits Etats de l'Amérique centrale : au total, 162 000 environ.

Dans l'Amérique du Sud, ainsi que nous l'avons dit, une centaine de milliers de Français ; certains habitaient l'Argentine, dont près de la moitié dans la province de Buenos-Aires. Le nombre de leurs descendants restés français « ou se considérant (!) comme tels » est trop difficile à évaluer par les consuls pour que ceux-ci donnent des chiffres. Dans une maison de commerce, un chef de statistique qui donnerait des renseignements aussi précis passerait sans délai à la caisse pour la dernière fois.

Au Brésil, 14 000 Français, ce qui fait de ce pays la septième agglomération de Français par rang d'importance ; 10 000 au Chili, presque autant en Uruguay (9500, en majorité à Montevideo) ; les chiffres tombent à 1500 au Paraguay, 1 100 au Pérou et environ 2 000 dans les diverses autres Républiques (Venezuela, Colombie, Equateur, Bolivie).

En Afrique, les colonies françaises qui couvrent une si grande étendue attiraient forcément la plupart des Français qui avaient franchi le *Mare nostrum* (si le « Duce » veut bien nous autoriser à en considérer quelques litres comme non réservés exclusivement aux Fils de la Louve). Aussi n'y avait-il que 17 000 Français en territoires étrangers dans toute l'Afrique. Les deux tiers (Algériens non compris), soit 11 500, habitaient le Caire, Alexandrie et Port-Saïd. Le Maroc non français en possédait 2 300, presque tous à Tanger. Les territoires anglais ou anglicisés de l'Union Sud-Africaine en comprenaient 1 250, un millier à l'Ile Maurice, 350 en Abyssinie (où leur influence était très grande), et environ 500 dans les colonies portugaises, l'Afrique occidentale anglaise et le Congo belge. Quelques dizaines seulement en Tripolitaine, à Zanzibar et dans le Libéria. Il semble bien que ces chiffres soient sensiblement au-dessous de la réalité.

Les mêmes remarques sont valables pour l'Asie, où la grande majorité des Français sont dans les colonies constituant l'Indochine. Il y en avait 4 600 en Turquie d'Asie, qui est presque l'Europe ; 2 500 dans la Chine, presque tous occupant d'importantes situations financières, commerciales, techniques, intellectuelles ou morales : le prestige de la France, presque sans subventions ni troupes de terre et de mer, s'est montré sans comparaison possible avec celui des autres nations européennes beaucoup mieux dotées matériellement, au cours des troubles graves de 1927. Un millier dans l'Inde Britannique, 500 seulement au Japon ainsi qu'en Russie d'Asie, 300 à Ceylan ainsi qu'au Siam, 150 seulement en Perse, où leur influence était relativement très grande et où un nombre beaucoup plus considérable eût pu prendre des situations de premier plan. En Corée, une centaine, une trentaine à Aden. Cela ferait une dizaine de milliers pour toute l'Asie non coloniale-française : nombre probablement beaucoup trop faible.

En Australocéanie, on estimait 3 000 Français en Australie (dont la moitié à Sydney), 650 en Nouvelle-Zélande, 200 dans les îles hollandaises et un peu moins dans les archipels « protégés » par les Etats-Unis.

***

L'addition donnerait environ 600 000 Français dispersés à l'étranger avant la guerre. Mais il est bien probable que ce nombre devrait être porté à près d'un million.

Depuis douze ans, il y a eu une forte diminution de l'émigration française à l'étranger, d'où beaucoup sont revenus en France faire leur devoir pendant la guerre. Puis le mouvement a repris en 1920. Mais la raréfaction des hommes jeunes, les questions de change, la création de nouvelles colonies ou de « pays à mandat », les transformations de nationalités en Europe centrale, la perturbation russe, la xénophobie en Turquie et en Chine, le contingentement, enfin, établi par les Etats-Unis, qui ont repris pour leur compte le *Gott mit uns* : tout cela a terriblement transformé les conditions. La loi américaine du 26 juin 1924, se basant sur la proportion des étrangers de diverses nationalités déjà incorporées à la population « 100 p. 100 yankee », accorde l'entrée des U. S. A. à un peu moins de 4 000 immigrants français. L'arrivée de ceux-ci, *déduction faite des retours en France*, se montait à 6245 en 1913 et à 6 369 en 1914. Or dans les cinq années 1915-19 elle n'atteint que 4 779 en tout, tandis que dans les cinq suivantes (1920-24) elle a remonté à 20 668.

D'une manière générale, les groupements français forment à l'étranger des colonies bien inférieures, numériquement, à celles que forment les Italiens, les Espagnols, les Anglais, et souvent les Allemands, les Polonais et les Grecs, sans parler des Chinois que l'on trouve partout et en quantités industrielles, si j'ose dire. Il y a d'autre part, rien qu'en France, plus d'étrangers qu'il n'y a de Français répandus dans toutes les nations du monde réunies. Si notre pays a cette chance de ne pas avoir à se préoccuper de s'assurer les possibilités nécessaires d'émigration, problème qui est une véritable obsession pour certains Etats de l'Europe centrale ou méridionale, il n'en révèle pas moins une insuffisance numérique qui ne lui permet pas d'occuper à l'extérieur comme sur son propre territoire tous les postes qu'il pourrait avantageusement posséder.

X. DE PLUZIGREC-PLUSSÉ.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

L'extension du port de Vancouver. — Le département canadien de la Marine vient d'être saisi d'un projet d'extension des ports de Vancouver et New-Westminster qui entraînera une dépense de 10 millions de dollars, dont la plus grande partie pour Vancouver.

La direction de ce port projette la construction d'un grand quai en eau profonde à l'usage exclusif de la navigation au long cours, moyennant une dépense de $ 4 millions. A proximité de ce quai doit en être établi un autre de dimensions plus modestes pour le trafic de cabotage ($ 500 000). Des galeries à grains relieront l'élévateur N°2 au premier de ces quais. Deux nouveaux élévateurs sont prévus, l'un de 2 500 000 boisseaux, l'autre de 2 millions, qui porteront la capacité totale des engins du port à 20 millions de boisseaux.

A New Westminster, le Département de la Marine a approuvé deux projets concernant l'un la construction d'un nouvel élévateur dont les frais seront couverts par des capitaux canadiens, l'autre l'érection d'un frigorifique de $ 2 millions dont la construction est financée par des capitaux des Etats-Unis.

La production des œufs sur les fermes canadiennes en 1927. — Ottawa, Ontario. — Les chiffres récemment publiés par le Bureau fédéral de la statistique sur cette production montrent l'importance de cette branche de l'industrie agricole au Canada. Le total a été estimé à 253 277 227 douzaines, évaluées à $ 80 110 000.

Cela représente une augmentation de 6,8 p. 100 quant à la quantité, et de 21 p. 100 quant à la valeur comparativement à 1926, alors que la production avait été de 237 080 399 douzaines et la valeur de $ 66 198 285. Par une progression constante d'année en année, le rendement en œufs s'est élevé, depuis 1921, par plus de 50 p. 100 et la valeur a à peu près doublé. La moyenne de celle-ci a été estimée à 31,6 cents la douzaine en 1927 contre 27,9 en 1926.

Ontario est à la tête des provinces pour cette production qui, l'an dernier, a atteint 102 millions de douzaines. Comptant par millions de douzaines, Québec venait en second lieu avec 37, puis la Saskatchewan, 34 ; l'Alberta, 27 ; la Colombie-britannique, 21 ; le Manitoba, 19 ; le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Ecosse et l'Ile du Prince-Edouard ont contribué chacun pour 4 millions de douzaines.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans le rapport de 1927 relativement à cette production, c'est que le surplus de celle-ci, approchant 7 p. 100, a été réalisé sans que le nombre des poules ait été augmenté. En fait, le nombre de poules, etc., ne s'est accru que d'un sixième de 1 p. 100 entre juin 1926 et juin 1927, ou de 46 095 597 il est passé à 46 172 095 têtes. Il est évident que les fermiers canadiens ont dû améliorer considérablement leurs poulaillers par une sélection soignée, écartant les poules indésirables pour les remplacer par des pondeuses de hautes qualités.

Relativement au nombre de pondeuses sur chaque ferme, les chiffres ne sont pas encore disponibles pour 1927. En comptant toutes les poules, celles qui ne pondent pas comprises, la proportion la plus élevée par oiseau a été enregistrée en Colombie-britannique, soit 81 œufs. Ontario venait second avec 70,5 œufs. Quant aux autres provinces, la moyenne a varié entre 60 et 61,5.

L'élevage des animaux à fourrure. — Cet élevage, et celui du rat musqué en particulier, sera très actif dans l'Alberta, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par le nombre de personnes ayant soumis des demandes de location de terres marécageuses. Ces demandes s'élèvent aujourd'hui à près de 800.

En vertu d'une entente conclue entre le gouvernement fédéral et les provinces de l'Ouest, des terres marécageuses peuvent être cédées aux gouvernements provinciaux sous licence d'élevage d'animaux à fourrure. Le ministère de l'Intérieur s'occupe actuellement de régler les demandes et, lorsque les licences auront été émises, le gouvernement de l'Alberta se propose à son tour d'émettre des baux pour des périodes de dix ans à ceux qui auront obtenu la licence fédérale.

Le développement du Canada et la Société des Nations. — Notre confrère *Paris-Canada* publie les justes et surtout très franches remarques suivantes, à propos des laborieux et compliqués essais de conventions faites entre quatre murs par des gens qui ont su se faire décerner, on ne sait par qui, des mandats d'une ampleur inquiétante, et qui, nullement producteurs ni techniciens, pas même en général fort documentés en économie politique, décident et tranchent du sort du genre humain.

« Croit-on, en vérité, que des pays comme le Canada, qui a des richesses naturelles énormes, va permettre à des nations qui n'ont rien ou à peu près rien en jeu de vouer au péril, d'étouffer par une convention internationale la mise en valeur de ces richesses à son profit?

Les Canadiens ne confieront ni à la Bulgarie, ni à la Finlande, ni à la Hongrie, ni au Siam, ni à l'Autriche, ni au Danemark, ni à la Lettonie, ni au Portugal — pour ne citer que quelques Etats qui participent aux palabres de Genève — de fixer une politique générale dont l'application ne pourrait que gêner le développement économique du Dominion et nuire à son expansion industrielle et commerciale.

Un pays comme le Canada, qui s'est placé au cinquième rang dans le monde, par le volume de son commerce, extérieur aussi bien que par son activité industrielle commerciale et agricole, ne peut livrer son patrimoine aux disputes des théoriciens en chambre.

En mai dernier, des délégués réunis à Genève pour le même objet que celui qui rassemble les négociateurs d'aujourd'hui, citèrent la législation de certaines provinces canadiennes comme exemple d'entraves à l'exportation.

Ainsi, dans la province de Québec, une loi défend l'exportation du bois abattu et coupé dans les forêts qui font partie du domaine public. Cette législation, qui est la sagesse même et qui s'est inspirée uniquement de l'intérêt national, a produit des résultats admirables. Les industriels étrangers, ne pouvant plus importer le bois — c'est-à-dire leur matière première — ont été fatalement amenés à établir des usines dans le Québec et c'est grâce à cette politique avisée et prévoyante que l'on a vu surgir, comme par enchantement, une dizaine de villes dans des régions forestières jusque-là à peu près inhabitées.

La doctrine préconisée à Genève aurait empêché ce superbe essor industriel du Québec au bénéfice de l'étranger.

L'Ontario et la Nouvelle-Ecosse ont, croyons-nous, une législation semblable à celle du Québec.

Ce qui est vrai du bois est également vrai des chutes d'eau. Les Américains pourraient accaparer à leur bénéfice les forces hydrauliques du Québec pour amener chez eux de l'éclairage et de la force motrice.

Digitized by Google

La controverse de Genève est tellement laborieuse qu'elle a subi déjà deux ajournements. »

Le développement de la puissance hydraulique à Québec. — Les ressources en puissance hydraulique de la Province de Québec sont un facteur très important du développement industriel. On estime que le total de la puissance disponible est de 845 900 CV, dans les conditions de courant minimum d'eau, et de 13 millions de CV pendant six mois de l'année.

La rivière d'Ottawa et ses affluents fournissent des possibilités en puissance de 1 million à 1 600 000 CV. Sur les bords du lac Temiskanning jusqu'à Pointe Fortune, il y a un nombre important de stations, dont la puissance totale est comprise entre 90 000 CV et 220 000 CV. Parmi les affluents de la Rivière d'Ottawa, le Gadineau est remarquable avec sa puissance d'environ 400 000 CV absolument continue. Deux stations ont été construites l'année dernière, l'une à Chelsca et l'autre à Farmers Rapid. A Chelsca, il y a trois éléments de 24 000 CV. Aux Rapides de Farmers, il y a trois éléments de 24 000 chevaux, qui ont été mis en action l'année dernière. A environ 27 milles de Chelsca, la Compagnie a vigoureusement poussé en avant la construction d'une station à Pangan Falls. Il y a là six unités de 24 000 CV qui seront prêtes au mois de septembre de cette année. Un quatrième élément, aux Rapides de Niggers sur la même rivière, se développera ultérieurement.

Pour toutes ces stations, le barrage Bercler, créant un réservoir très étendu, de 95 milliards de mètres cubes sur le Gatineau a été aussi achevé cette année. Le Saguenay est également remarquable parmi les rivières de Québec et, avec ses affluents, il représente environ 126 000 CV ; cette puissance peut atteindre 153 000 CV.

Sur le Saguenay, il y a une descente de 300 pieds du Lac Saint-John à Chicoutimi que l'on peut utiliser en deux concentrations de puissance. Ces deux sites auront en dernier lieu une puissance totale de 134 000 CV. Pendant que le développement de la puissance hydraulique est laissée à l'entreprise individuelle dans la province, le Gouvernement a pris des mesures pour assurer la conservation de la puissance : il a créé la Quebec Streams Commission. Cette Commission joue un rôle extrêmement important. Le réservoir le plus important contrôlé par cette Commission est la rivière Saint-Maurice où le barrage Grouin contrôle une capacité de 160 millions de mètres cubes d'eau.

(*The Engineer*, 23 mars 1928.)

LES TRAVAUX D'AMATEURS

LE PLATRE *(fin)* (1)

Réduction des médailles et des bas-reliefs par le plâtre lavé à l'alcool. — Voici un procédé très curieux et peu connu pour reproduire des moulages plats en plâtre à une échelle sensiblement diminuée. Il peut rendre des services dans certains cas. Nous l'empruntons à l'ouvrage de HÉRAUD, *Les secrets de la Science et de l'Industrie*, dont une réédition mise au courant des nouveautés scientifiques a paru il y a quelques mois à la librairie J.-B. Baillière.

Le plâtre prend un retrait uniforme quand on le lave à plusieurs reprises avec de l'alcool. Cette propriété permet d'obtenir une réduction des médailles et des bas-reliefs.

On commence par prendre un premier moulage qu'on lave plusieurs fois avec de l'alcool, pour en diminuer la dimension. A l'aide de ce moule, on prend un cliché avec de l'alliage fusible, dont on fait une reproduction avec du plâtre ; cette nouvelle médaille est lavée à l'alcool, afin d'en réduire encore les dimensions. De cliché en cliché, alternativement en plâtre et en métal, de réduction en réduction, on arrive à diminuer, dans le rapport de 3 à 1 et même plus, les dimensions primitives de l'original, tout en ayant conservé la finesse et la netteté des détails.

Stuc. — Bien que la fabrication du stuc ne soit généralement guère faite par des amateurs, elle est si facile qu'il est bon d'en donner une idée. Il y a lieu d'ajouter que l'emploi de cette matière — emploi qui dans le bâtiment va jusqu'à l'abus — peut rendre des services dans l'agencement d'un pavillon de banlieue par exemple, où le propriétaire met généralement beaucoup du sien et ne ménage pas son activité, son temps et sa peine.

Signalons que le stuc ne résiste pas à l'humidité. On ne peut par conséquent l'employer que dans l'intérieur des appartements. On fait en outre, avec ce faux-marbre, des colonnes, des carrelages, ou éléments de mosaïques, des billes d'enfants, etc..

On prépare le *stuc* en délayant du plâtre très fin dit *plâtre des mouleurs*, récemment cuit, dans une solution de colle de Flandre blanche, encore chaude, de façon à obtenir une pâte molle. On ajoute à cette pâte des couleurs minérales, de manière à produire des teintes analogues à celles du marbre. Ces substances colorantes sont les mêmes que celles qui servent dans la peinture en bâtiment. Lorsque le mélange est sec, on le polit, d'abord avec la pierre ponce, puis avec la pierre à aiguiser et le tripoli. On lui donne le dernier lustre, en le frottant fortement avec un morceau de feutre et de l'eau de savon, enfin, avec de l'huile seule.

On peut encore gâcher :

2 kilogrammes de plâtre fin avec :

Eau	1	litre.
Gélatine	20	grammes.
Gomme arabique	280	—
Alun	40	—

On colore par adjonction d'oxydes métalliques divers.

Les veines s'obtiennent en mélangeant des pâtes diversement colorées ; les brèches, en introduisant dans la masse encore molle des fragments de stucs colorés. Pour les granits, les porphyres, on pique le stuc et l'on bouche les cavités ainsi formées avec une pâte ayant la couleur des susbtances qui sont disséminées, à l'état cristallin, dans ces roches, et leur donnent leur aspect particulier.

On mélange quelquefois le plâtre destiné à la préparation du stuc, avec une certaine quantité de marbre en poudre très fine. Les stucs préparés avec le plâtre aluné sont plus durs, plus homogènes, plus faciles à polir, que ceux obtenus avec le plâtre ordinaire.

La fabrication du stuc a été poussée à un si haut degré de perfection que souvent il imite le marbre à s'y tromper.

On reconnaît ces faux marbres d'abord à leur moindre dureté, puis à ce qu'ils ne communiquent pas à la main ce froid qu'on ressent au contact du vrai marbre.

(1) Voir les nos d'octobre, décembre 1927, mars et mai 1928 de *la Science Moderne*.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

R. DUBOEUF, ingénieur des A. et M., **Manuel du mécanicien-automobiliste** (*Construction et réparation*), 2e édition, 1 vol. in-18 de 336 pages avec 210 figures (de la *Bibliothèque professionnelle*). J.-B. Baillière, édit. Prix: cart. : 19 fr.

Cette nouvelle édition diffère de la précédente, épuisée, par 20 pages supplémentaires sur toutes les nouveautés importantes. Signalons, entre autres, les épurateurs d'air et d'essence, les gazogènes, les servo-freins (Dewandre et Westinghouse), l'exhausteur Weymann, etc., Nous regrettons de retrouver à la page 67 le lapsus : « pour 1 *litre* d'essence [au lieu de : pour 1 *gramme*], il faut 16 litres d'air » et le signalons à l'auteur en vue de la 3e édition, qui sans doute ne se fera pas attendre longtemps. Nous croyons aussi qu'il y aurait intérêt à signaler, en deux lignes, les pistons à gradins anti-détonants de M. Dumanois, sinon d'ingénieuses nouveautés qui n'existent pas encore en grande série comme le chargeur de vitesse Contantinesco ou le moteur Andreau.

A. SOULIER, ingénieur électricien, **Albums de Plans de Pose et Schémas d'électricité industrielle**. 1 atlas oblong in-8 de 232 pages avec de très nombreuses illustrations. Garnier frères, édit. Prix cart. : 12 fr.

C'est un recueil très riche de modèles très clairement transcrits, accompagnés chacun de brefs commentaires, et qui rappellera immédiatement aux projeteurs et monteurs les principaux montages que l'on peut avoir l'occasion de réaliser ou de mettre en projet. Bien entendu, cet ouvrage n'a pas la prétention de donner *tous* les schémas qui peuvent se présenter, pas plus qu'un recueil de plans d'architecture ne donne les plans de toutes les maisons, mais on y trouvera les installations électriques les plus courantes auxquelles il sera toujours facile de raccorder celles que l'on a en vue.

Les sonneries d'abord, ainsi que les tableaux indicateurs d'appel et quelques postes téléphoniques, la lumière ensuite avec ses va-et-vient, ses éclairages d'escaliers, de lustres, etc., les dynamos et leur montage, les moteurs, machines à courants alternatifs, transformateurs, postes à haute tension et même les équipements électriques des automobiles ont été passés en revue dans leurs applications les plus fréquentes. Chaque planche, très claire, comporte en regard un texte imprimé explicatif, enfin un tableau des signes internationaux employés dans les schémas complète cet ouvrage qui réalise un vrai enseignement par l'image.

Dr4 ABEGG, AUERBACH und KOPPEL, **Handbuch der Anorganischen Chimie**, Bd IV, 2e section, 1re partie : **Les gaz nobles (Edelgase)**, par le Dr EUG. RABINOWITSCH. 1 vol., in-8, de 552 pages avec 50 figures et 232 tableaux. (S. Hirzel, à Leipzig). Prix br. : 45 r-mk; relié : 48 r-mk.

Voici la neuvième livraison du monumental manuel de chimie inorganique entrepris en 1905, et où les éléments sont étudiés par groupes « verticaux » dans le système périodique basé sur la notion de structure atomique. Elle forme un gros volume, uniquement consacré à l'hélium, à l'argon, au krypton, néon et xénon, enfin à l'émanation, soit les « gaz nobles ». Qu'un aussi énorme travail puisse être limité à un groupe aussi restreint au premier abord, cela ne saurait étonner ceux qui savent quelle importance théorique considérable présentent l'hélium ou l'argon, et l'intérêt capital des notions qu'ils ont permis d'acquérir ou de confirmer Il faut admirer la conscience et l'érudition de l'auteur d'un pareil ouvrage : il est à peu près certain qu'absolument tout ce qui a jusqu'à ce jour été écrit sur ces éléments, s'y trouve mentionné : il y a près de 1 500 références bibliographiques, on y trouvera les chaleurs spécifiques ou les coëfficients de compressibilité de ces gaz rares à toutes les températures étudiées, et le catalogue de toutes leurs raies spectrales dans les diverses séries produites selon les circonstances. Ce que M. Rabinowitsch a surtout étudié, c'est la physique intra-moléculaire de ces gaz : leur structure atomique et le plan de leur système électronique. Mais il n'oublie ni les sources naturelles de ces substances, ni les procédés pratiques d'extraction. C'est un travail formidable, d'une valeur inestimable, et qui fait grand honneur à la science allemande.

André JOUSSAIN, agrégé de philosophie, docteur ès lettres, **Les passions humaines**, 1 vol. in-18 (de la *Bibliothèque de philosophie scientifique*). Flammarion, édit. Prix br. : 12 fr.

Depuis le XVIIIe siècle surtout, on semble considérer l'homme comme essentiellement raisonnable et libre, semblable à lui-même dans tous les lieux et dans tous les temps. M. André Joussain montre qu'au contraire il est avant tout un être instinctif, éclairé par sa raison, mais non mené par elle, et que les passions, loin de constituer un accident anormal dans sa vie, en forment toute la trame.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur étudie la nature, la genèse, les lois applicables à toutes les passions ; il montre comment celles-ci grandissent ou diminuent, évoluent, entrent en conflit, se transforment et meurent. La seconde partie analyse les principales : haine, amour, envie, orgueil, ambition, fanatisme, etc. Il les classe suivant qu'elles procèdent du besoin d'aliments, de repos, de l'instinct de défense, de domination, etc.

Cette étude, illustrée par de nombreux exemples empruntés à l'histoire et par les créations des maîtres de la littérature qui ont le mieux connu les passions, éclairée à l'occasion par des faits de la psychologie animale, est exposée dans un style clair et précis qui la rend accessible à tous.

W. KOPACZEWSKI, docteur ès sciences, **Les ions d'hydrogène : signification, mesure, applications**. 1 vol. in-8 de 322 pages avec 100 figures (Gauthier-Villars, édit.). Prix : 55 fr.

S'il est une question d'actualité, c'est bien celle du fameux PH : il ne manque pas d'articles et de volumes

Digitized by Google

qui se proposent d'expliquer ce symbole et son utilisation, mais parmi ces derniers, les uns ne sont que des ouvrages élémentaires se contentant de donner des notions générales, d'autres, au contraire, limités à des cas particuliers, comme le PH dans le sang, dans l'eau de mer, dans les milieux biologiques divers. M. Kopaczewski n'est pas toujours fort indulgent pour les auteurs ni pour les lecteurs de ces derniers livres, et raille un peu « l'avalanche de travaux consacrés à la concentration en ions hydrogènes par des biologistes et par des médecins », jadis tout aussi engoués de la viscosité, de l'osmose, de l'état micellaire ou de la tension superficielle. Il développe lui-même fort peu les applications biologiques et médicales de la méthode, reconnaissant peu de valeur à ce qu'on a obtenu jusqu'ici dans ces branches. Il ajoute qu'une partie de cette médiocrité est due à l'emploi commode, mais très inférieur en valeur à la méthode électrométrique, de la colorimétrie par réactifs, qu'il considère comme de plus en plus insuffisante et sujette à caution ; mais les modèles compliqués et divers de dispositifs électrométriques « produisent un effet moral déprimant, et, entre les mains de nouveaux et nombreux adeptes de la physico-chimie, donnent plutôt des résultats insuffisants. Il n'en est pas de même pour des chercheurs rompus à la technique physique ». Cette sévérité un peu ironique est souvent justifiée, bien des expérimentateurs ont fait des travaux sommaires et hâtifs, sans avoir de principes théoriques suffisants; Lœb même ne trouve pas grâce devant M. Kopaczewski, et celui-ci qualifie maintes conclusions de « dangereuses à la recherche et témoignant d'une grande ignorance de la physico-chimie. »

Il n'est pas tout à fait sûr que quelques-uns, se piquant au jeu, ne puissent relever quelques impropriétés ou inexactitudes dans le volumineux ouvrage de M. Kopaczewski. Mais celui-ci n'en reste pas moins l'un des plus importants ouvrages en langue française sur le sujet, très à jour et où il faut louer les nombreuses recommandations de détail qui apparaissent à chaque fois qu'il y a une erreur opératoire possible à éviter : on reconnaît là un praticien bien au courant des difficultés pratiques du laboratoire, et un auteur habitué à exposer méthodiquement toutes les parties d'un sujet. Il signale, avec raison, la récente rotation de Giribaldo, très préférable à celle de Sörensen ; la discrimination des groupes de réactifs colorimétriques (un mot bien impropre !) est très bonne et permettra aux non-physiciens d'améliorer sérieusement leurs résultats. Enfin la bibliographie qui termine chaque chapitre est bien choisie.

A. LEFEVRE, constructeur-mécanicien, **Pour les praticiens de la fonderie, modeleurs, mouleurs, fondeurs.** (Tours de main et « trucs » d'atelier pour le travail de la fonte, du bronze, du laiton, de l'aluminium, des métaux blancs usuels et des métaux précieux.) 1 vol. de VIII-224 pages avec 143 figures, 1928 (Dunod, édit.). Prix : 18 fr.

La fonderie est, par excellence, une industrie où abondent les tours de main spéciaux, les procédés particuliers, les « trucs » ingénieux du praticien, en dépit des machines perfectionnées que l'on y a introduites. Qu'il s'agisse de formules d'alliages, de l'exécution des modèles ou de la marche des opérations, le fondeur trouvera dans le manuel de M. Lefèvre mille procédés inédits, la description des méthodes les plus intéressantes et les plus économiques et enfin des moyens de fortune applicables même en dehors de l'atelier. On sait que la pratique de la fonderie comporte parfois d'assez grosses difficultés ; elles seront aisément vaincues si le praticien prend la peine de consulter souvent cet excellent petit ouvrage qui lui est destiné.

A. FIAT, professeur technique, chef des ateliers de l'Ecole Nationale professionnelle de Nantes, **Traçage, Filetage des Engrenages, Calcul des Vitesses des Machines-Outils**, 5e édition revue et augmentée, 1 vol. in-8 de 264 pages avec 183 figures. (Desforges-Girardot, édit.). Prix : 27 fr.

C'est la 5e édition de cet ouvrage, qui s'adresse comme les précédentes aux apprentis et ouvriers ajusteurs, tourneurs, monteurs, machinistes, aux élèves des écoles et des cours professionnels, et aussi aux amateurs mécaniciens. Certaines parties ont été plus développées qu'elles ne l'étaient précédemment ; d'autres modifiées pour être plus en rapport avec les méthodes industrielles actuelles. Malgré cela, l'auteur s'est efforcé de rester dans le ton qu'il s'était imposé dès la 1re édition : éviter les dissertations inutiles, envisager autant que possible le point de vue pratique, et pouvoir enfin être consulté sans difficulté par tous, même ceux dont l'instruction technique est encore rudimentaire. Pour cela, des notions succinctes mais suffisantes d'arithmétique, de géométrie, de trigonométrie et de dessin facilitent beaucoup l'étude des chapitres concernant le traçage, le tracé des engrenages, le filetage, le calcul des vitesses des machines-outils.

R. GILLOT, ingénieur. **L'eau chaude thermosiphon dans l'habitation.** 1 vol. in-8, de 132 pages avec 7 abaques grand format en pochette à part. (Desforges-Girardot, édit.). Prix : 36 fr.

Cet ouvrage met à la disposition de quiconque a à s'occuper d'une question de chauffage d'habitation, usager praticien d'installations, « profane » ou technicien, les éléments nécessaires, et les moyens d'aborder la solution rationnelle.

Une première partie comprend le calcul des appareils de transmission de chaleur, des canalisations véhiculant le fluide chaud et des chaudières qui constituent la source de chaleur. Tous ces calculs utilisent les données les plus récentes de la physique industrielle, vérifiées et contrôlées par la pratique. Ils s'effectuent au moyen de *méthodes graphiques originales* offrant peu de difficultés et qui rendent les études expéditives tout en leur assurant un caractère précis.

Une seconde partie de l'ouvrage traite du *rendement* des installations de chauffage, et souligne l'importance de ce facteur dans l'appréciation des projets. Elle fixe l'attention sur les règles scientifiques à observer pour les *essais de réception* ainsi que sur les garanties de fonctionnement économique. Des exemples pratiques de calcul, des vues générales sur des méthodes de première approximation ; des aperçus concrets sur les prix, sur le libellé des devis ; des indications relatives au chauffage des grands immeubles ou groupes d'immeubles ainsi qu'aux productions et distributions d'eau chaude, complètent heureusement le volume.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

Le sol et le sous-sol de Paris, et les travaux publics. — Paris est une très ancienne ville, et, ce qui est plus grave, une très vieille ville, formée peu à peu, par superposition lente et juxtaposition quelconque d'éléments hétérogènes, retouchée rarement, par à coups, et très incomplètement au hasard des techniques nouvelles, des crédits disponibles et surtout des rares chefs responsables et décidés ; elle est faite de « bric et de broc », et les moindres perfectionnements s'y heurtent à des complications décourageantes.

Dans une séance récente de la *Société des ingénieurs civils de France*, M. Gandillon exprime les remarques suivantes sur les difficultés techniques que l'on rencontre dès qu'il s'agit d'exécuter un travail quelconque dans un milieu aussi hétérogène : difficultés qui s'accroissent encore, en longueur et en dépenses, par le manque de profondeur et de largeur dans les vues, l'absence de vigueur et de continuité dans la conception et la direction des grands travaux, et le système du travail en petits paquets, au jour le jour ou à la petite semaine ; qui n'a vu des chantiers de 100 mètres ne comptant pas un seul ouvrier et persistant deux mois au lieu de quinze jours parce qu'il n'y a pas de système d'équipes à rotation se relevant sans arrêt ; ou quatre éventrements de la même chaussée en un an, parce que quatre marchés sont successivement conclus et mis en œuvre ?

« On n'a jamais révélé au public la dépense énorme qui a grevé l'établissement des chemins de fer souterrains de Paris pour modifications, dérivations, reconstructions des égouts.

« En embrassant d'un large coup d'œille vaste problème de la ville souterraine, nous devons constater aujourd'hui l'enchêvêtrement prodigieux de canalisations de tous genres établies dans le sous-sol urbain pour les égouts, les eaux potables, les eaux de lavage, les eaux industrielles, les canalisations de gaz, d'électricité, d'air comprimé, de télégraphes, de téléphones, de postes pneumatiques, et demain les circulations d'eau chaude, de vapeur, de froid, se superposent sans ordre et sans prévision d'aucune sorte, sous les trottoirs, sous les chaussées.

« Lorsqu'on assiste à l'éventrement d'une chaussée dans une grande ville, on recule écœuré en face du désordre technique qu'il révèle, démenti prodigieux donné au progrès. Il est inexplicable que les administrations responsables, qui possèdent cependant tant de chefs de haute valeur, n'aient pas cherché à mettre enfin ordre à ce chaos si préjudiciable aux intérêts supérieurs des agglomérations et si onéreux pour les budgets des municipalités et des particuliers. Ces résultats désastreux peuvent se résumer en : *a.* perte de place ; *b.* perte de matériaux ; *c.* perte énorme de main-d'œuvre ; *d.* perte dans les produits distribués. Rien que pour le gaz, les pertes des canalisations à partir des gazomètres oscillent entre 5 et 20 p. 100 de la quantité totale produite. Et comme il s'agit généralement de « gaz à l'eau » ayant jusqu'à 30 p. 100 en volume d'oxyde de carbone et filtrant jusqu'à la chaussée, se perdant dans le sol, on peut juger par là de la grave atteinte que ces désordres amènent dans la qualité de l'atmosphère urbaine.

« Les pertes d'argent considérables qui en résultent se *chiffrent, pour une capitale comme Paris, à des dizaines de millions sur de courtes périodes.*

« Comment est-on parvenu à une telle situation? Par l'absence de toute méthode rationnelle dans l'établissement des nombreuses canalisations souterraines qui sont aujourd'hui nécessaires à la vie d'une cité.

« Pour remédier à ce déplorable état de choses, la solution consiste, comme nous l'avons depuis longtemps indiqué, à établir des caniveaux étanches, sous les trottoirs lorsqu'ils sont de largeurs suffisantes, ou débordant sous la chaussée dans le cas contraire. Ces caniveaux, de hauteur nécessaire pour la circulation des ouvriers, doivent recevoir, fixées sur leurs parois, toutes les canalisations à l'exclusion de celles de gaz qui doivent être absolument séparées, ainsi que les égouts servant aux pluviales construits en ciment armé, étanches, très aérés par des cheminées judicieusement disposées, avec accès nombreux ; ces caniveaux permettront de disposer dans un ordre méthodique toutes les catégories de conduites nécessaires à la vie de la cité. Et l'on pourra alors exécuter, sans aucun bouleversement des trottoirs, des chaussées ou du sol urbain, la pose, l'entretien, les réparations, etc. »

La soie artificielle dans le monde. — La production de la soie végétale, dont les premières quantités industrielles furent produites par notre compatriote Hilaire de Chardonnet, a décuplé en une quinzaine d'années. Voici les statistiques d'avant-guerre et de deux récentes années donnant la production en millions de livres anglaises (496 grammes).

Pays	1913	1924	1927
Etats-Unis	1,54	38,6	74,0
Italie	0,33	17,6	39,6
Allemagne	7,70	23,1	29,7
Angleterre	6,60	24,2	27,5
France	3,30	13,2	19,8
Belgique	2,86	8,8	16,5
Hollande	—	4,4	14,3
Divers	1,87	12,1	28,6
Total	24,20	142,0	250,0

Une progression aussi considérable se traduit évidemment par un mouvement énorme de capitaux : la valeur de la soie produite dépassait, en 1927, 90 millions de livres sterling, soit plus de 11 milliards de francs ; et on estime à près de 325 000 le nombre de personnes qu'emploie cette industrie. Le grand brasseur d'affaires belge Loewenstein, qui vient de disparaître si tragiquement, avait été très frappé par l'expansion véritablement exceptionnelle (tant en rapidité qu'en quantité) de cette fabrication, et surtout par ce fait que malgré cette augmentation monstrueuse la soie artificielle ne représentait qu'une très faible partie de la production textile totale : 1,68 p. 100 en 1927, et seulement 0,94 p. 100 en 1924. Il en concluait que le développement de cette industrie n'était encore qu'à ses débuts, et pouvait être prévu comme capable d'être énormément développé.

Digitized by Google

Congrès international et Semaine universitaire espérantistes. — Le XX^e^ Congrès universel de l'espéranto a eu lieu du 3 au 11 août à Anvers, sous le haut patronage de S. M. le roi des Belges. Plus de trente et une nations étaient représentées par près d'un millier de délégués.

A cette occasion a eu lieu, pour la quatrième fois, une Semaine universitaire en espéranto. On a eu l'excellente idée de la consacrer aux questions maritimes, Anvers étant un des ports les plus importants du monde. Parmi les questions traitées par les conférenciers, signalons dans le domaine scientifique : *La Mer et la Civilisation dans les pays tropicaux*, par M. le D^r^ Everardo Backhäuser, professeur à l'Université de Rio de Janeiro, membre de l'Académie des Sciences du Brésil; *la Réforme du calendrier dans l'intérêt de la navigation intercontinentale*, par M. le juge L. Cogen, de Ninove; *les Applications de la T. S. F. dans la navigation*, par M. R. Mesny, directeur du laboratoire national de radioélectricité, à Paris; *l'Hydrographie*, par M. Rollet de l'Isle, ingénieur hydrographe en chef honoraire; *la Vie de la mer*, par M. le pharmacien-major Van Schoor, d'Anvers; *la Vitesse des navires*, par M. le major Luigi Gagnotto, ingénieur de la Marine royale italienne à la Spezzia; *la Marine marchande à travers les âges*, par M. Le Brun, directeur à Londres de la Compagnie française transatlantique.

L'espéranto au service de la science. — Comme l'année précédente l'observatoire du mont Taten, près de Tokio, vient de publier son volumineux rapport aérologique en espéranto pour en faciliter la lecture à l'étranger.

L'aviation et l'esperanto. — La direction des lignes d'aviation Farman en date du 5 décembre 1927 a adressé au secrétaire général de la Ligue espérantiste les agents des P. T. T. une lettre où elle déclare que seul l'espéranto est capable de remédier aux difficultés apportées au trafic aérien par la diversité des langues. En conséquence la Compagnie a décidé de faire apprendre l'espéranto à son personnel navigant.

Etudiants et débouchés. — En ce moment de l'année où beaucoup de jeunes gens viennent de terminer leurs études secondaires et vont s'orienter vers une carrière, il est intéressant de présenter les données qui suivent, résumées d'après le rapport présenté par M. Pierre Nigay au Congrès de l'Union nationale des Etudiants, à Grenoble. Ajoutons que ce n'est qu'à la suite de la Réunion du Comité de cette même Union le 3 janvier 1928, que l'on a commencé à entreprendre cette statistique, en vue de faciliter l'orientation professionnelle des étudiants. Il est donc probable que dans les années suivantes les données seront plus exactes encore.

Dans l'année scolaire 1925-26, il y avait en France 17 415 étudiants inscrits à la Faculté de Droit. Les professions pour lesquelles les diplômes juridiques sont requis (il est évident que le commerce et la banque demandent aussi un assez grand nombre de gradués en droit) sont données, dans le rapport, d'après le recensement de 1921 ; les chiffres n'ont pas dû varier sensiblement depuis : 6 574 avocats, 2 411 études d'avoués, 7 658 charges de notaires.

A la Faculté des Lettres, il y avait inscrits 12 224 étudiants de nationalité française. Les études littéraires, si elles ne sont faites par simple goût, ne peuvent guère être poursuivies qu'en vue de l'enseignement. Il est difficile de préciser les besoins de cette carrière, mais le Conseil supérieur de l'Instruction publique déclare que les cadres de l'enseignement secondaire manquent de licenciés ès lettres, alors qu'il y a surabondance de licenciés ès sciences ne pouvant tous être placés. La chose est confirmée par la lecture des annonces de postes disponibles aux colonies, où l'on demande un grand nombre de licenciés ès lettres (classique, langues vivantes, histoire) pour un très petit nombre de « scientifiques », généralement agrégés.

La Faculté des Sciences est en effet très engorgée : 12 387 inscrits en France en 1925-26. Au seul certificat de mathématiques générales, rien qu'à Paris, il s'en présente actuellement près de 400. Si l'on songe que l'Ecole normale supérieure fournit une quantité d'agrégés suffisante pour le renouvellement du personnel des lycées, et que dix écoles d'ingénieurs se chargent d'alimenter l'industrie, on voit qu'il y a pléthore. Ni l'enseignement libre, ni les petits collèges de province ou des colonies, ni les usines ne suffisent à utiliser tant de licenciés ès sciences.

En médecine, il n'y a pas moins de 16 196 étudiants répartis, en 1925-26, sur l'ensemble des cinq années d'études médicales. Ce nombre est le double de ce qu'il y en avait (8 247) en 1913-14. Même entre 1922 et 1927 on voit le nombre des inscrits en première année augmenter de façon absolument continue, passant de 1 349 à 2 414 en six ans. Si l'on considère qu'il y a environ 27 000 médecins en France, que presque tous les docteurs en médecine exercent effectivement la profession et que leur carrière dure trente à quarante ans en moyenne, on voit que leur remplacement n'exigerait que 700 à 800 jeunes docteurs chaque année. Or le nombre de ceux qui s'y préparent est trois à quatre fois plus considérable. Ajoutons qu'en fait le diplôme de docteur en médecine ne sert à peu près qu'à la carrière médicale : le nombre de ceux qui font des recherches de science pure en laboratoire de Faculté ou de firmes pharmaceutiques, de la pharmacie, de l'enseignement exclusif ou de la publication scientifique sans exercer, est peu de chose.

Il en est à peu près de même en pharmacie : en 1914, il y avait 1408 étudiants inscrits en France, et 2 950 en 1927 (même 3 135 pour l'année 1928). Il y a 13 944 pharmaciens diplômés, et seulement 10 452 officines. Comme un certain nombre d'importantes ont comme adjoints ou gérants un ou deux pharmaciens diplômés en plus du titulaire, que les grands laboratoires (peu nombreux) en emploient aussi un certain nombre comme chefs de travaux de recherches, que parmi les titulaires de diplômes il en est qui se sont retirés de la carrière et qu'enfin un pharmacien peut trouver à entrer dans certaines usines de produits chimiques ou la représentation à l'étranger, il est possible qu'il n'y ait pas trop de diplômés en surnombre actuellement ; mais si le nombre des étudiants a doublé en si peu d'années, on peut craindre qu'il n'en soit pas de même dans un avenir rapproché.

Le nouveau carillon de Louvain. — Notre collaborateur M. Reverchon a donné, dans le numéro de septembre 1925, une étude sur les grands carillons du monde. Nous pensons que nos lecteurs prendront connaissance avec intérêt des détails suivants sur un des plus beaux carillons de Belgique.

L'Université de Louvain doit son carillon au D^r^ Edward

Digitized by Google

Dean Adams. L'été dernier, celui-ci assista aux fêtes du Ve centenaire de l'Alma Mater, à titre de délégué de l'« Engineering Foundation », de New-York, et de diverses autres sociétés d'ingénieurs.

Il se souvint qu'aucun monument n'avait encore été élevé à la mémoire des centaines d'ingénieurs des Etats-Unis qui donnèrent leur vie pour la patrie et pour les alliés et, de retour aux Etats-Unis, M. Adams réunit un « War Memorial Committee ». Sous sa présidence, il fut décidé à l'unanimité d'offrir à l'Université de Louvain, de la part des 56 000 ingénieurs des Etats-Unis, un carillon à la mémoire de leurs collègues tombés au cours de la grande guerre.

Tous adoptèrent pour le bourdon le nom proposé par M. Adams : « The Liberty Bell of Louvain ». Il s'inspira du nom de la cloche de la Liberté, qui se trouve à l'hôtel de ville de Philadelphie et qui sonna la victoire de l'Amérique après la guerre de révolution. « Cette cloche sera, dit-il, le symbole de la sympathie et des intérêts mutuels de nos deux pays pour l'unité nationale, scellée par les luttes victorieuses de la liberté ».

Il fut passé commande chez Johnston et Gillett à Croydon (Angleterre), d'un carillon de quatre octaves, comprenant quarante-huit cloches, et d'une horloge à quatre cadrans, entourés de quarante-huit étoiles (en mémoire chacune des quarante-huit Etats de la grande République).

En mai 1928, le carillon était entièrement terminé. Il coûta environ 80 000 dollars.

Les cloches jouèrent pour la première fois le mois dernier, à la fonderie de Croydon, en présence de l'ambassadeur de Belgique à Londres, le baron de Cartier de Marchienne, et du bougmestre de Louvain. Ce fut M. Jef Denyn qui occupa le clavier. « Cette première audition, dit le *Soir*, à ce sujet, fut un régal, car, au dire du célèbre carillonneur lui-même et d'autres spécialistes, les nouvelles cloches ont une sonorité merveilleuse. M. Frederick C. Mayer, organiste de l'Académie militaire de West-Point, qui a entendu les principaux carillons d'Europe et également tous ceux des Etats-Unis et du Canada, est particulièrement enthousiaste et estime que les cloches de Louvain sont les mieux accordées et qu'elles ont les plus belles propriétés musicales qu'il ait jamais entendues ». Les cloches pèsent à peu près 31 tonnes trois quarts.

L'horloge, qui est munie d'un tambour mécanique et fonctionne à l'aide de moteurs électriques, sonne les heures, les demi-heures et les quarts d'heure sur des thèmes populaires flamands choisis par M. Jef Denyn. Les cadrans ont $4^{m},55$ de diamètre et ont été faits en France, d'après les modèles dessinés dans les bureaux des architectes Warren et Wetmore, à New-York.

Le carillon est mû également électriquement. Le bourdon, qui pèse 7 097 kilos, porte la légende suivante en anglais.

Au recto :

La Cloche de Liberté de Louvain. Ce carillon a été fondu en mémoire des ingénieurs des Etats d'Amérique qui ont donné leur vie au service de leur patrie et des alliés pendant la Grande Guerre 1914-1918.

Au verso :

La Cloche de Liberté de Louvain. Offerte par les membres et amis de la Société américaine des Ingénieurs civils, l'Institut américain d'ingénieurs des mines et de métallurgie, la Société américaine d'ingénieurs de mécanique, l'Institut américain d'ingénieurs électriciens et Sociétés affiliées, 4 juillet 1928.

Les cloches, poutrelles, clavier et mécanisme de l'horloge pèsent la bagatelle de 48 800 kilos.

C'est sur cet admirable instrument que le célèbre carillonneur de Malines, M. J. Denyn, a donné mercredi le premier concert à l'occasion de l'inauguration de la nouvelle Bibliothèque.

CHRONIQUE DES TRANSPORTS

Les locomotives rapides de la Compagnie de l'Est. — La Compagnie de l'Est effectue actuellement des essais pour accélérer la marche des rapides entre Paris et Nancy. Elle emploie une nouvelle machine capable de remorquer un train de 70 unités à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure. Cette machine a comme caractéristique principale un foyer de 5 mètres de long. Elle a consommé 10 tonnes de charbon et de briquettes pour effectuer le parcours Paris-Nancy. Le graissage se fait automatiquement par une tubulure extérieure nombreuse. Le tender renferme 50 mètres cubes d'eau, ce qui permet de faire un trajet très long comme Paris-Nancy sans prendre d'eau en route.

Le mouvement des voyageurs étrangers en 1927 en Suisse. — Le bureau de statistique de la « Centrale Suisse de transports » a publié une statistique sur le mouvement des voyageurs étrangers en Suisse en 1927. Cette tatistique établie à l'aide des donn ées fournies par les 12 plus importantes villes et stations de tourisme helvétiques donne le contingent de chaque pays en p. 100 de la population de ce pays. Comme toujours on constate que l'appoint le plus important a été fourni par les pays à change élevé, l'Allemagne venant en tête (après une éclipse due à la faillite du mark) :

Hollande 0,56 p. 100 ; Allemagne 0,54 ; Grande-Bretagne 0,33 ; Autriche, Hongrie, Tchécoslovaquie; 0,18 ; France 0,16 ; Belgique 0,14 ; Scandinavie 0,11 ; Amérique 0,08 ; Italie 0,07 ; Espagne et Portugal 0,05 ; Balkans 0,02.

Les tarifs de transports et le coût de la vie. — L'augmentation des tarifs a souvent été critiquée parce qu'elle a été considérée comme l'un des facteurs du renchérissement du coût de la vie. En fait, la répercussion de cette augmentation sur le prix des denrées est à peine sensible.

Dans son numéro d'avril *Le Cheminot de France* a donné pour quelques denrées et marchandises les prix comparés de transport, avant et après les majorations des tarifs.

Digitized by Google

Grande vitesse
Denrées au tarif G. V. 3.-103
Prix applicables par 50 kilog. minimum
Distance : 500 kilomètres.

	Av. le 1er mars 1928	Dep. le 1er mars 1928	Augmentation
	(La tonne)	(La tonne)	(Par kg.)
Viandes	482 55	514 90	0 03235
Poissons frais (toutes relations)	346 45	370 05	0 0236
Poissons frais (relations Etat et P.-O. avec gares Paris et périmètre Grande Ceinture)	335 10	340 70	0 0056
Légumes, toutes saisons (carottes, choux, ch.-fleurs, poireaux, p. de terre, tomates etc.)	298 60	296 15	0 0024

Petite vitesse

	Av. le 1er mars 1928	Dep. le 1er mars 1928	Augmentation
Marchandises :			
1 wagon 15 m², 8 bœufs 250 km	726 35	801 85	9 4375 (p. bœuf)
1 wagon 20 tonnes farine, 100 km	836 40	845 80	0 0094 (p. kilo)
5 tonnes haricots secs, 400 km.	578 85	639 »	0 01203 (p. kilo)
1 tonne morue, 226 km. (Le Havre-Paris)	125 05	137 »	0 0119 (p. kilo)
1 fût vin 250 kilos (220 litres), 200 km	37 95	41 90	0 018 (p. litre)
1 caisse chaussures 100 kilos (80 paires env.) 999 km. (Limoges-Paris)	35 65	39 30	0 045 (p. paire)

Ces chiffres, affirme *Le Cheminot de France*, sont rigoureusement exacts. Ils démontrent combien est infime, tant pour le gros que pour le petit commerce, la répercussion de la nouvelle majoration sur les prix de revient.

L'électrification des chemins de fer. — On sait quel développement a pris en Italie l'emploi de la houille blanche. On estime à 8 à 10 millions de tonnes, représentant une dépense de deux milliards, la quantité de charbon dont l'Italie s'épargne aujourd'hui la consommation en substituant l'énergie mécanique extraite de ses cours d'eau à celle de la vapeur. Toutefois dans l'industrie des transports les progrès accomplis ont été moins rapides que dans les autres industries : au 2 juillet 1926, 914 kilomètres, de voies ferrées seulement étaient électrifiées ; au 30 juin 1927, 1 060. Depuis la traction électrique a remplacé la traction à vapeur sur de nouveaux tronçons : Villa-Literno-Pozzuoli, Bologne-Poretta et Pistoie-Florence. Des travaux ont été entrepris sur d'autres lignes encore, en particulier sur celle du Brenner et celle de Gênes à Alexandrie. Pour donner une idée de l'économie réalisée, nous reproduisons ici quelques chiffres : au cours de l'exercice écoulé la partie électrifiée du réseau italien ne s'élevait qu'à 6,75 p. 100 de la totalité du réseau, mais le trafic étant plus intense sur des lignes desservies par des locomotives électriques, le nombre de kilomètres parcourus sur les lignes électrifiées s'élevait à 19 millions, tandis que le nombre total de kilomètres parcourus était de 170 millions ; la proportion est cette fois de 11,1 p. 100. Comme il faut tenir compte des pentes plus ou moins fortes que les trains ont à remonter ou à descendre, et que la traction électrique est en vigueur en général sur des lignes à fortes pentes, le nombre des tonnes-kilomètres transportées ne correspond pas exactement à celui des kilomètres parcourus. Il s'élève à 37 milliards pour la traction à vapeur, et à 4 345 milliards pour la traction électrique. La consommation de charbon sur les lignes où marchent encore des locomotives à vapeur s'est élevée à 3 millions de tonnes et a coûté 676 millions de lires. Sur les lignes à traction électrique ont été consommés 242 millions de kilowatts-heure, dont : 61 millions provenant de centrales électriques appartenant à l'Etat, 181 fournis par les Sociétés privées. Dépense totale : 32 millions de lires.

(D'après la *Technique agricole et industrielle.*)

La circulation des automobiles dans le monde. — Les « Commerce Reports », organe hebdomadaire du Ministère du Commerce de Washington, viennent de publier, dans un de leurs derniers fascicules, une étude intéressante sur le nombre d'automobiles en circulation dans le monde.

D'après la documentation réunie, il y avait, à la date du 1er janvier 1927, 27 650 267 automobiles en usage dans le monde, dont 23 518 928 voitures à passagers, 194 374 omnibus et 3 936 965 camions.

Pour montrer les progrès de la circulation automobile, il est intéressant de rappeler qu'au 1er janvier 1924 le recensement des automobiles en usage ne donnait qu'un total de 18 272 702 voitures se décomposant en 15 millions 808 155 voitures à passagers et 2 344 547 omnibus et camions.

Le pourcentage d'augmentation en trois ans est donc de 48 p. 100 pour la première catégorie de voitures, de 76 p. 100 pour la seconde et de 52 p. 100 pour le total.

Le pays qui intervient pour la plus grande part dans le total ci-dessus est la République des Etats-Unis qui, en 1924, comptait à elle seule 15 281 295 véhicules et, en 1927, 33 137 334. Sa part est donc de l'ordre de 80 p. 100. En trois ans, l'augmentation est de l'ordre de 45 p. 100, pourcentage inférieur à celui qui exprime le progrès de l'effectif du total des autres pays, lequel est de 88 p. 100.

Après les Etats-Unis, le pays qui compte le plus d'automobiles est la Grande-Bretagne, avec un total de 1 million 023 651 voitures, dont 754 284 voitures à passagers, 21 000 omnibus et 248 367 camions.

Puis viennent, sensiblement sur le même pied, la France et le Canada, la première avec 891 000 voitures et le second avec 828 918 voitures. La part des voitures à

Digitized by Google

voyageurs est de 585 000 pour la France et de 734 848 pour le Canada et celle des camions de 280 000 pour la France et de 84 437 pour le Canada.

Il y a six autres pays où le nombre de voitures en ciruculation dépasse 100 000; ce sont : l'Australie, l'Allemagne, l'Argentine, l'Italie, l'Espagne et la Nouvelle-Zélande. Ils interviennent respectivement pour 365 651, 319 000, 222 610, 138 177, 135 000 et 123 224 voitures.

Après la Nouvelle-Zélande vient la Suède avec 99 220 voitures, puis la Belgique avec 97 270 voitures. Notre pays occupe donc le douzième rang pour l'importance de la circulation automobile. Le total que nous venons de voir se décompose en 53 270 voitures à voyageurs, 1 000 omnibus et 43 000 camions. Le chiffre des camions est relativement peu élevé. Il n'est inférieur que de peu au chiffre des voitures à voyageurs. Nous ne sommes dépassés pour cette catégorie que par six pays, alors que pour les voitures à voyageurs nous ne sommes qu'au dix-septième rang. Outre les pays ci-dessus, les suivants comptent un nombre de voitures à voyageurs supérieur au notre : Brésil (60 800), Danemark (61 313) Indes britanniques (66 217), Suède (77 000), Union Sud-Africaine (71 000).

Il n'est pas sans intérêt de signaler qu'au Congo il y a 1 575 voitures au total, dont 825 voitures à voyageurs et 750 camions.

Voici la subdivision, par continent, des voitures en circulation en 1927 :

Voitures à passagers : Amérique, 20 460 240 ; Afrique, 156 416 ; Asie, 226 765 ; Europe, 2 244 686 ; Océanie, 430 821 ; total : 23 518 928.

Omnibus et camions : Amérique, 3 025 932 ; Afrique, 32 590 ; Asie, 61 502 ; Europe, 920 053 ; Océanie, 91 262; total : 4 131 339.

Le record mondial du prix pour les taxis. — Dans notre numéro de juin, nous reproduisions un tableau où M. Citroën avait groupé les prix des taxi-automobiles dans les principales villes du monde. Un de nos lecteurs français de Buenos-Aires, M. Marcel Gantmacher, veut bien compléter cette petite documentation en nous indiquant que le coût le plus considérable des taxis est très probablement celui de la capitale de l'Argentine : la prise en charge et les 1 200 premiers mètres coûtent un demi-peso, et par 300 mètres suivants 10 centavos. Pour une course de 10 kilomètres avec quatre voyageurs, on aurait ainsi à payer 36 fr. 35 : presque trois fois autant qu'à Paris, et sensiblement plus cher qu'à New-York. Une promenade de deux heures à 30 kilomètres à l'heure, avec un stationnement d'une demi-heure, reviendrait à 178 fr. 50.

Encore ce tarif est-il celui de jour ; mais entre 1 h. 30 et 6 heures du matin il est augmenté, et la course de 10 kilomètres coûterait alors 54 fr. 50.

Paris reste la ville la moins coûteuse du monde pour les transports (songez que jusqu'à 9 heures du matin, l'aller valable *ad infinitum* sur le métro coûte moins d'un penny !) ; mais il semble bien qu'au moins pour les taxis à tarif officiellement réglementé, Buenos-Aires détient le record.

L'OUTILLAGE SCIENTIFIQUE DE LA FRANCE

Le grand électro-aimant de l'Académie des Sciences.

Dans une communication récente à l'Académie des Sciences, M. A. Cotton, professeur à l'Ecole normale supérieure, a annoncé qu'on vient de terminer et d'installer à Bellevue, dans les locaux de l'Office national des Recherches scientifiques et Inventions, un électro-aimant qui est à l'heure actuelle le plus puissant du monde entier, et qui n'a pas coûté moins d'un million. Celui-ci a été fourni par une partie des fonds réunis dans la Journée Pasteur. On sait que la répartition de ceux-ci à été faite par l'Académie des Sciences. Une décision, excellente de tous points, laisse à cette Académie la propriété de cet électro-aimant, et il en est ou en sera de certaines installations très coûteuses et très perfectionnées, qu'il serait de mauvaise politique scientifique d'attribuer à tel ou tel établissement (à moins qu'il ne s'agisse d'un appareil absolument exclusif à une science très déterminée, l'artillerie par exemple). Il vaut infiniment mieux mettre à la disposition des chercheurs qualifiés provenant de n'importe quelle origine un dispositif unique, mais parfait et très important, qui puisse permettre d'excellent travail et soit assuré d'avoir constamment une clientèle, que de réserver un ou plusieurs instruments coûteux mais de second ordre, trop chers à eux tous pour être renouvelés quand besoin est, à des établissements sans doute désignés pour cela, mais qui ne seront pas toujours assurés de compter dans leur personnel, peu nombreux le plus souvent, un spécialiste ou un chef d'école de valeur susceptibles d'en tirer pendant de longues années le parti qu'on en peut attendre. D'autre part ces établissements ne le tiendront que par bienveillance du directeur ou au prix d'un jeu compliqué de mutations administratives, à la disposition d'un savant appartenant à un autre établissement scientifique français, ou qui se trouve conduit sur le tard, au cours du développement des études qu'il poursuit, à utiliser l'appareil qui se révèle nécessaire et qu'un laboratoire où il travaille ne possède pas.

Il est certain que tous les laboratoires doivent avoir un minimum d'outillage scientifique permettant l'éducation des étudiants et la mise en train assez poussée de recherches personnelles pour le cadre enseignant ; mais il existe un niveau où s'impose une instrumentation si parfaite ou coûteuse qu'il faut renoncer ou à l'obtenir aussi puissante et complète qu'il conviendrait (et alors on n'aura rien d'efficace) ou à l'obtenir à plusieurs exemplaires. Pendant beaucoup trop longtemps le premier système a prévalu en France et en Allemagne. C'est par dizaines qu'on a semé des équatoriaux de huit à douze pouces, plus puissants qu'il n'est nécessaire pour former des débutants, et tout à fait insuffisants pour poursuivre des recherches délicates. Le résultat est que nous n'avons plus d'astronomie française depuis quarante ans, et que depuis la même époque la Physique française est tenue pour inexistante par les savants étrangers. Outre une mauvaise tournure donnée à l'esprit de recherche par l'autoritarisme étroit d'un Berthelot (mais ceci est une autre question), on peut en accuser la dispersion de nos moyens de travail en une

Digitized by Google

poussière de laboratoires de troisième ordre, outillés comme au temps de Regnault ou d'Arago. On dira que Sainte-Claire Deville ou Pasteur ont pu s'en contenter pour faire des révolutions (vous ne me ferez pas dire : révolutionner) dans la science. Est-ce une raison parce qu'ils ont eu du génie, pour maintenir cent appareils insuffisants dans autant de laboratoires à cloisons étanches au lieu d'avoir, *pour moins cher*, un instrument complet, puissant et moderne, dont pourront se servir cinq savants qualifiés au lieu de cinquante non spécialisés (les cinquante autres instruments restant d'ailleurs à la poussière)? Qu'avons-nous à opposer à l'installation cryogénique de Leyde, à celles du Mont-Wilson et de San José, à l'Institut biologique de Rockefeller? Cent ou cinq cents bicoques, vieux monastères désaffectés, bâtisses universitaires à demi désertes, ou — ce sont les plus redoutables — palaces récents qui sont la plupart du temps des fromages en béton armé pour demi-savants débrouillards et bien en cour : dans ceux-là, il est entré quelques millions, mais il n'en sort pas de travaux ; ce qui vaut encore peut-être mieux pour le renom de sérieux de la science française, d'après les rares échantillons qu'on a pu en voir.

***

Voilà bien des généralités à propos d'un électro-aimant. C'est qu'il s'agit ici d'une question de méthodologie, je dirai même de politique scientifique, dont nous ne voyons que trop l'importance aujourd'hui. Le retour au pouvoir central en matière, non de direction scientifique (celle-ci, lorsqu'il s'agit de recherches, se fait d'elle-même par groupement et par rayonnement) mais d'administration au vrai sens du mot, s'imposait comme du temps de Louis XIV, et sa réapparition, déjà marquée dans une importante branche de la Physique, par la création de l'Institut d'optique, doit être saluée avec joie et espoir.

Revenons donc à cet électro-aimant, unique, monumental. Il est le centre de tout un bâtiment comprenant plusieurs pièces et salles de travail, dont une salle souterraine de 9 mètres de hauteur édifiée entre les deux piliers qui supportent l'électro-aimant, et destinée à des recherches délicates de spectroscopie. Il s'agit en effet d'un instrument peu ordinaire, puisqu il ne pèse pas moins de *cent vingt mille kilogrammes*, dont près de 9 tonnes de cuivre. C'est une énorme cage, de section presque carrée, mesurant 3 mètres de côté, formée par des poutres d'acier de 40 centimètres. Les bobines ont un diamètre de 1 m90, plus que la hauteur d un homme ; elles peuvent coulisser horizontalement, par le jeu d'une vis commandée mécaniquement, sur des rails, et l'expérimentateur peut pénétrer dans la cage et passer entre elles lorsqu'elles sont écartées au maximum, avant de faire passer le courant.

Si un tout petit électro de sonnerie ou de petit moteur est très simple, il n'en est plus du tout de même lorsque la longueur du fil devient très grande : les couches enroulées en grand nombre les unes sur les autres donnent lieu à des effets d'induction mutuelle, d'hystérésis, etc., extrêmement compliqués, et dont l'un des résultats les plus apparents est l'échauffement. Cela nécessite une étude mathématique d'une complexité extrême, aboutissant à déterminer les dimensions en longueur et diamètre, l'épaisseur totale, le diamètre et la résistance du fil, sa surface, le nombre de ses couches d'enroulement, le choix et l'épaisseur des isolements, le cloisonnement en bobines partielles, les moyens de refroidissement, les dimensions et le métal de l'armature, les formes des pièces polaires, les caractéristiques du courant à employer, etc.

Ces difficultés avaient déjà été rencontrées lors de l'étude maintenant un peu ancienne des dernières grandes bobines de Ruhmkorff que l'on ait construites, des très grands inducteurs de dynamos, des électros de levage industriel, etc. Mais ici elles prennent une ampleur tout à fait décourageante. Quatre savants de premier ordre ont collaboré pour en venir à bout : M. A. Cotton, qui est le « maître de l'œuvre », qui a dirigé l'ensemble du travail de préparation et d'exécution, M. P. Weiss, professeur à l'Université de Strasbourg, depuis longtemps spécialisé dans la difficile étude du magnétisme ; M. le professeur Piccard, de Zurich, qui dès avant la guerre avait dressé avec lui un avant-projet dont les grandes lignes ont été conservées pour l'instrument actuel ; enfin M. Mabboux, ingénieur électricien qui lui a donné sa forme définitive après des essais et mesures faites avec M. Cotton sur une maquette au quart de grandeur, établie également à Bellevue pour les études préliminaires.

Il n'y a pas moins de 5 kilomètres de fil de cuivre enroulé sur les bobines — ou plutôt de tube, à section carrée et dans lequel circule un courant d'eau pour le refroidissement. Les pièces polaires sont non pas en fer, mais en alliage de fer et de cobalt, qui a été reconnu, dans de tout récents travaux, comme présentant le maximum de perméabilité magnétique : c'est-à-dire, rappelons-le pour ceux qui auraient oublié les notions bien simples du brevet ou du baccalauréat, que de toutes les « lignes de forces » émanant du pôle Nord vers le pôle Sud, un nombre considérable tend à passer par un tel métal. Pour que le « flux » des lignes de force ainsi absorbées soit aussi dense que possible, elles sortent par une surface aussi petite que possible pour rentrer dans l'autre armature à travers un intervalle aussi étroit que possible : c'est à dire que l'*entrefer* est réduit à son minimum ; toutes les lignes sortant par les parois latérales et par la périphérie de la base de l'armature étant à peu près perdues pour l'expérience, puisque leur rareté et leur écartement ne produisent dans cette région périphérique qu'un champ insignifiant. Les pièces polaires de l'armature sont donc des cônes de ferro-cobalt coniques dont les pointes en regard peuvent être amenées jusqu'au contact par le coulissement horizontal qui rapporche ou éloigne les bobines. C'est le poids de celles-ci qui, exigeant un guidage assez parfait pour que les pointes arrivent exactement en regard, oblige à construire tout l'appareil sous forme d'une cage à quatre longues poutres horizontales entrecroisées aux extrémités.

Il faut ajouter que l'équipement complet n'est pas encore terminé : des bobines supplémentaires seront installées entre les principales et alimentées par des groupes transformateurs spéciaux en cours d'installation, pour augmenter encore le champ produit. Tel qu'il est actuellement, l'électro-aimant de Bellevue absorbe un courant d'une centaine de kilowatts, c'est-à-dire environ 130 chevaux-vapeur. A Cambridge, M. Kapitza avait obtenu des champs magnétiques extrêmement puissants, mais d'une durée d'un centième de seconde et dans des bobines très petites ; tandis que dans l'électro-aimant français on pourra maintenir très longtemps un champ considérable et dans un entre fer relativement étendu, où l'on puisse faire des expériences nombreuses.

Digitized by Google

A quelles expériences pourra donc servir cet électro-aimant gigantesque ? Non pas à attirer des objets ni même à produire par induction des courants utilisables industriellement, comme dans les dynamos. Le champ magnétique obtenu entre ses pôles sera un milieu où les savants versés, comme M. Cotton, dans l'*électroptique*, pourront obtenir des résultats d'une portée considérable, inévaluable à l'heure actuelle, et dont l'intérêt théorique est exceptionnel : ils pourront en effet compléter et modifier nos idées sur la matière et l'énergie, et leurs dépendances mutuelles ; notamment sur la spectrogénie, les quanta, la transmutation de la matière et la relativité.

Ce n'est pas le moment de dire ici en quoi consistent au juste ces recherches. Bornons-nous à dire que depuis les admirables travaux de James Clerk Maxwell qui ne remontent guère qu'à un demi-siècle, il est reconnu et admis que la lumière et l'électricité sont deux variétés très analogues de l'énergie générale, qui ne diffèrent que par le mode de production et de propagation des ondes ou vibrations, lesquelles ont dans les deux cas la même vitesse (299 900 kilomètres par seconde). Il y a influence mutuelle de l'une sur l'autre; l'effet Zeemann, consistant dans la modification des lignes spectrales d'une lumière soumise à un champ magnétique, fut la première perturbation observée, il y a trente ans ; depuis, d'autre phénomènes du même ordre ont contribué à l'édification de la *théorie des quanta*, due à Max Plancke et attribuant à la lumière comme à toute forme d'énergie une structure discontinue, « discrète », pour ainsi dire granulaire : J.-J. Thomson, Millikan, etc., l'avaient depuis assez longtemps établi pour l'électricité. Les propriétés optiques des milieux transparents soumis à un champ magnétique extrêmement intense, se modifient légèrement. Et cela peut suffire pour donner des suggestions nouvelles ou des confirmations expérimentales qui manquent encore, au sujet de la « structure de l'énergie », et également de la matière. C'est un horizon illimité qui s'ouvre devant toute la science, aussi bien la chimie que la physique, aussi bien pour la pensée pure que, plus ou moins tôt, pour l'industrie. On comprendra pourquoi l'un des premiers physiciens que nous ayons en France, M. Cotton, demandait depuis quinze ans la construction de l'électro-aimant gigantesque qu'il va pouvoir inaugurer.

X. DE PLUZIGREC-PLUSSÉ.

CHRONIQUE CANADIENNE

Une expérience de sociologie : la prohibition de l'alcool aux U. S. A. et son échec. — La contrebande des boissons alcooliques ou alcoolisées entre les Etats-Unis et les autres pays, notamment le Canada (le seul qui leur soit relié par voie ferrée) est devenue telle, que la douane américaine va jusqu'à envisager le déchargement complet de tous les wagons pour en faire l'inspection minutieuse.

Lors même que la contrebande serait tenue en échec sur nos réseaux ferroviaires et ceux des Etats-Unis, il y a de fortes probabilités que le transport illégal des alcools se continue quand même d'une autre façon. Car, comme l'admettent des partisans de la prohibition, le lamentable fiasco de toutes les rigoureuses polices mises en fonctions porte à croire que la contrebande se continuera quand même et que rien au monde ne pourra l'enrayer. Ceux qui en sont les organisateurs disposent de trop d'influences de toutes sortes pour que l'on puisse songer sérieusement à fermer la porte assez bien pour qu'aucun alcool n'entre aux Etats-Unis. Chaque jour nous apporte ainsi le spectacle avec de bons résultats et que l'on viole aisément.

Ce problème de la contrebande des alcools coûte aux Etats-Unis et au Canada des sommes importantes tous les ans. Nous participons à cette police de la frontière bien que ce ne soit pas à nous à protéger nos voisins, et cette participation nous force naturellement à des frais assez importants. La situation est d'autant plus intenable que l'on sait qu'elle ne sera jamais améliorée à la satisfaction de tous.

Il est tout probable que la question de la prohibition et de la vente des alcools sous le contrôle de l'Etat tiendra une place notoire dans la prochaine campagne électorale américaine. Naturellement, les « bootlegger », les rois du whiskey, inonderont le pays de leur or afin d'assurer la victoire des candidats favorables au régime sec. Mais on reconnaît que cette année la lutte sera plus ardente, car il existe un fort sentiment populaire contre le régime prohibitionniste dont l'échec est depuis longtemps complet.

La décision du gouvernement américain au sujet de la contrebande en chemin de fer est sans doute motivée par l'approche des élections, et l'on se demande si elle aura un effet permanent ou bien si elle deviendra lettre morte après la consultation populaire.

Mais pour le moment, force est bien de reconnaître le lamentable fiasco prohibitionniste, qui n'ajoute, certes, pas à la bonne renommée d'un pays, fût-ce les Etats-Unis.

(*La Patrie*, de Montréal.)

L'activité économique du Canada. — La rubrique sous laquelle nous attirons l'attention du public européen de langue française sur la prospérité et le développement du grand pays du nord de l'Amérique, n'est pas près de prendre une tournure moins favorable. Pour le premier trimestre encore de l'année 1928, l'abondance du travail, l'importance du tonnage et des recettes brutes des chemins de fer, l'ampleur des entreprises de construction, le volume de la production industrielle, la somme des prêts courants, des débits bancaires et des disponibilités du public, tout indique que la situation générale est meilleure qu'elle n'a jamais été.

Si pour le blé d'hiver (qui forme environ 70 p. 100 de la récolte totale) les évaluations pour 1927 se montrent légèrement inférieures à celles des dernières années, en même temps qu'un abaissement des cours s'est manifesté dans le monde, les prix n'en demeurent pas moins relativement forts.

C'est d'autant plus heureux que le marché mondial du blé et des autres produits de la ferme exerce une influence croissante sur la prospérité du Canada. Celui-ci,

Digitized by Google

on le sait, développe d'année en année sa production agricole, dont un gros volume ne trouve de débouchés qu'à l'étranger.

Les revenus bruts de l'agriculture ont connu, en effet, depuis cinq ans, une progression constante, ainsi que l'atteste un tableau inséré dans le *Bulletin mensuel de la statistique agricole* de mars, et qui évalue aux chiffres ci-dessous la production des exploitations agricoles du Canada en dollars :

1 397 000 000 en 1923 ;
1 494 000 000 en 1924 ;
1 666 000 000 en 1925 ;
1 683 000 000 en 1926 ;
1 736 000 000 en 1927.

Les revenus bruts de l'agriculture, par provinces, ont été les suivants, en millions de dollars, en 1927 : Ontario, 510 ; Saskatchewan, 360 ; Alberta, 325 ; Québec, 282 ; Manitoba, 115 ; Colombie britannique, 47 ; Nouvelle-Ecosse, 40 ; Nouveau-Brunswick, 33 ; Ile-du-Prince-Edouard, 22.

***

Les derniers relevés de l'Office fédéral de la Statistique donnent les chiffres du commerce extérieur du Canada pour l'exercice clos le 31 mars. En nombres ronds, la valeur des échanges s'est élevée à 2 359 millions de dollars, dont 1 250 millions à l'exportation et 1 109 millions à l'importation, ce qui fait ressortir une balance favorable de 141 millions. La comparaison avec l'exercice antérieur montre que la valeur totale du commerce international du Canada s'est accrue de 61 millions, que ses exportations ont fléchi de 18 millions alors que ses importations augmentaient de 79 millions, et qu'en conséquence la balance favorable a subi une contraction de 97 millions.

Les relations du Canada avec les marchés extérieurs continuent de manifester la double tendance, seulement un peu atténuée depuis un an : expansion des achats, resserrement des ventes. Que doit-on conclure de cette évolution? On en tire généralement deux conclusions : l'amélioration du pouvoir d'achat au dehors du public canadien, et l'augmentation des commandes d'outillage et de matières exotiques passées par l'industrie canadienne qui se développe.

Si la première de ces explications est évidente, la seconde ne saurait être admise sans examen.

L'analyse des importations canadiennes des deux derniers exercices révèle clairement qu'un bon tiers de l'augmentation a porté sur des objets d'usage ou de consommation : breuvages alcooliques (16 millions et demi de dollars), fruits, beurre, automobiles (les camions exceptés). Il est impossible de se rendre compte dans quelle mesure les deux autres tiers de l'augmentation s'appliquent à des choses nécessaires à l'industrie. Si l'on peut faire entrer dans cette catégorie les achats de métaux non ferreux, de fibres et textiles et de produits chimiques qui ont augmenté d'une douzaine de millions et les commandes d'instruments aratoires et d'outillage général, qui ont augmenté d'environ 18 millions, il reste à voir si une partie de ces machines et outils ne vient pas, pour une large part, concurrencer la métallurgie canadienne.

Quant aux exportations, elles se sont mieux maintenues, dans l'ensemble, qu'on ne serait porté à le croire de prime abord. L'examen du tableau du commerce extérieur permet de constater qu'à part certaines fluctuations d'importance secondaire, seules les automobiles et la farine, qui enregistrent chacune une diminution de 9 millions de dollars, ont été sérieusement affectées par le recul qui s'est produit d'un exercice à l'autre.

(D'après le *Bulletin de la Banque canadienne nationale*.)

Le plus ancien journal du Nouveau Monde. — C'est, croyons-nous, la *Gazette*, de Montréal, le grand quotidien de la métropole, qui a célébré récemment le cent-cinquantième anniversaire de sa fondation. Voici ce que dit à ce sujet *le Canada* :

« C'est le 3 juin 1778 que fit son apparition le premier numéro du premier journal montréalais, intitulé *Gazette du Commerce et Littéraire, pour la ville et le district de Montréal* et publié par Fleury Mesplets, imprimeur. Le titre était en français, et pareillement l'article programme.

« Mesplets avait certainement une assez juste conception du rôle du journal — distraire et instruire — qui cependant serait peut-être plus exactement défini avec une variante : distraire afin d'instruire. Le petit format de sa feuille l'obligeait à ne viser à ces deux buts qu'alternativement ».

Le commerce canadien avec les Etats-Unis. — Le commerce canadien avec les Etats-Unis s'est élevé pendant l'année fiscale se terminant le 31 mars dernier, à la somme de $ 1 216 102 841. Les importations se sont chiffrées par $ 719 455 954 et les exportations par $ 496 646 987.

La production du fer et de l'acier. — La production canadienne du fer et de l'acier et de ses produits en 1927 est évaluée par la statistique officielle à $ 515 971 445. C'est le chiffre le plus fort atteint depuis 1920.

L'importation s'est élevée à $ 248 151 554, dont une valeur de $ 222 729 335 est venue des Etats-Unis et $ 17 462 546 de Grande-Bretagne.

Les automobiles au Canada. — Le nombre des automobiles qui ont été enregistrées en 1927 au Canada a été de 821 000 voitures, 101 475 camions, 22 830 autobus et 8 681 taxis. Il y avait donc une voiture pour dix habitants.

Les taxes sur les voitures à moteurs ont rapporté à l'Etat la somme de $ 16 572 361, et celle sur l'essence $ 7 963 345.

INSTITUT SCIENTIFIQUE FRANCO-CANADIEN

Au cours d'une de ses dernières séances, la Commission des Études de l'Université de Montréal a décidé de charger désormais l'Institut Scientifique Franco-Canadien de l'envoi des professeurs à Paris. Le Comité de l'Institut Scientifique Franco-Canadien a accepté cette charge nouvelle, en demandant cependant que le choix des professeurs destinés à enseigner à Paris ne porte plus seulement sur l'Université de Montréal comme par le passé, mais aussi sur les autres Universités canadiennes. L'accord le plus complet a été réalisé entre l'Université de Montréal et l'Institut Scientifique Franco-Canadien.

M. Rodolphe Lemieux, président de la Chambre des communes pressenti par l'Institut Scientifique Franco-Canadien pour ouvrir à Paris la série des cours donnés sous ce nouveau patronage, a accepté. Le Président de

Digitized by Google

l'Institut Scientifique, M. Dalbis, actuellement à Paris, est entré en rapport avec le recteur de l'Université pour l'organisation des cours, qui commenceraient en Sorbonne, vraisemblablement en novembre ou en décembre prochain.

Le sujet choisi par M. Rodolphe Lemieux est : « La conquête des Libertés politiques au Canada. » Ces cours auraient lieu à la Faculté des Lettres. Leur nombre ne dépasserait pas une dizaine.

En ce qui concerne les années futures, aucune décision n'a été prise et aucun choix n'a été encore fait. Le Comité de l'Institut Scientifique Franco-Canadien étudiera, dès le mois de janvier prochain, les candidatures qui lui seront présentées.

M. le professeur Jeannin, de la Faculté de Médecine de Paris, part à la fin du mois d'août, au Canada. Il prendra part aux travaux du Congrès des Médecins de langue française, qui se tiendra à Québec.

Le professeur Jeannin a été spécialement invité par l'Institut Scientifique Franco-Canadien. Il donnera une série de cliniques et de cours à Québec, du 9 septembre au 22. Le 24, il se rendra à Montréal et dans les centres voisins pour y donner également une série de cours et de cliniques. Le Dr Jeannin prolongera son séjour au Canada jusqu'au commencement du mois de novembre.

L'immigration jaune au Canada. — Au cours des débats sur les crédits à accorder au Ministère de la Colonisation, le premier ministre du Canada a fait, à la Chambre des députés d'Ottawa, la déclaration suivante :

« A la suite de pourparlers avec le gouvernement japonais, au cours desquels le gouvernement canadien a exposé les difficultés qui résultent de la concurrence économique faite par les immigrants japonais au Canada, le ministre japonais des Affaires étrangères, par le Consul japonais à Ottawa, a informé le gouvernement canadien qu'il avait l'intention de limiter à 150 par année le nombre des immigrants japonais au Canada, y compris les ouvriers agricoles, les domestiques, les femmes et les enfants des immigrants japonais déjà établis au Canada. Le gouvernement a aussi été informé que le Japon prendra des mesures pour mettre fin aux mariages par photographie, mesures qui seront prises dès le 1er septembre prochain.

« Le gouvernement canadien a fait savoir au gouvernement japonais que dorénavant, en ce qui concerne l'immigration de tous les pays, ce sont les fonctionnaires du gouvernement fédéral qui veilleront à l'application de la loi en ce qui concerne les demandes d'admission, les visas, les passeports. »

LES TRAVAUX D'AMATEURS

La Reliure d'Amateur

I. — Introduction.

Un livre ou une collection de périodiques ne peut être conservée longtemps et en bon état que si elle est reliée, ou tout au moins « cousue en reliure » comme nous l'expliquerons. Nous ne parlons pas, naturellement, des ouvrages vendus en cartonnages-boîtes ou portefeuilles : ce sont des livres ou albums de grand luxe, consultés rarement et avec soins, ce qui leur permet de durer indéfiniment sans s'abîmer; au surplus, ils sont ainsi fort encombrants. Mais les ouvrages de lecture courante, et plus encore les fascicules périodiques, si faciles à perdre, se détériorent et se déchirent avec une rapidité déplorable si on les laisse brochés : d'autant que la brochure, hâtivement bâclée par des ouvrières peu payées, est faite de façon déplorable, et le papier d'après-guerre presque toujours d'une qualité inférieure au minimum convenable.

On objecte parfois que l'ouvrage relié, à cause de l'épaisseur des cartons formant les « plats », tient plus de place dans une bibliothèque. C'est là une erreur; nous verrons que le battage ou le laminage que l'on fait subir aux cahiers formant le volume, amincit très notablement celui-ci, souvent même d'une quantité plus grande que l'épaisseur des deux *plats* de carton, de sorte qu'on gagne sensiblement sur l'encombrement dans les rayons. De plus, ces cartons peuvent toujours être pris assez minces pour ne pas dépasser le gain réalisé au battage. Enfin, lorsqu'on ne tient pas à une reliure complète, mais seulement à avoir un livre très solidement établi et léger, il est inutile de faire le cartonnage et le dos : une simple couverture de papier fort, avec ou sans toile pour renforcer le dos, suffira parfaitement bien pour des livres ne valant pas les honneurs de la reliure cartonnée mais que l'on désire conserver, ou encore pour les cahiers et albums de musique trop peu épais pour avoir besoin d'être protégés par des cartons. On ne saurait croire ce qu'une couture de relieur, remplaçant l'abominable camelote livrée par le brocheur, augmente la solidité et la durée d'un ouvrage.

***

Malheureusement la reliure coûte cher. Que la bonne reliure soit coûteuse, c'est juste et naturel ; le beau et le bon travail se paie. Mais la médiocre reliure (j'entends par là *simple* comme le cartonnage ou le bradel, ou aussi la reliure *mal faite*) est forcément chère aussi : faite à la main et à la pièce pour le client qui apporte un petit nombre de livres, souvent de formats différents, elle exige, si simple ou médiocre soit-elle, beaucoup de main-d'œuvre, et un certain nombre de fournitures, sans compter bien entendu l'amortissement de l'outillage et les frais généraux ordinaires de tout commerçant ou industriel : loyer, patentes, chiffre d'affaires et autres impôts.

Il est donc tout naturel que les amateurs sentant la nécessité d'avoir leurs livres reliés ou cousus, mais reculant devant les prix demandés (d'autant que les possesseurs de livres nombreux et fréquemment consultés ne sont généralement pas des « stabilisés » au point de vue du revenu-or), se soient mis à essayer de relier eux-mêmes. Un fait bien caractéristique est que dans les dix années d'après-guerre, il a paru, en langue française, plus d'ouvrages (une demi-douzaine) sur la reliure que dans les cinquante années précédentes. Evidemment, la reliure d'amateur s'impose à l'heure actuelle à un très grand

Digitized by Google

nombre de personnes ; et nous pensons rendre un réel service à de nombreux lecteurs de la *Science Moderne* en donnant dans ses colonnes des explications très simples, mais minutieuses, sur les opérations essentielles de la couture et de l'habillage des livres. Nous n'indiquerons que fort peu de procédés — ou plus exactement de variantes ; car il ne faudrait pas croire qu'il existe beaucoup de méthodes réellement différentes, comme semblent le laisser entendre presque tous les manuels. Nous aurons pour guide le sage précepte du fabuliste :

> Le trop d'expédients peut gâter une affaire :
> On perd du temps au choix, on tente, on veut tout faire ;
> N'en ayons qu'un, mais qu'il soit bon.

Au surplus, nous jugeons que ces causeries sur la reliure d'amateur envisagée du point de vue purement utilitaire et presque « bricoleur », n'ont pas à parler de la reliure en pleine peau, des faux nerfs, de la dorure, non plus que du brochage ni du pliage. Ainsi limitées, elles se réduiront à quelques pages faciles à s'assimiler, et pour lesquelles nous ne prétendons aucunemenent faire œuvre de créateur ; mais nous pensons que dans l'ensemble des ouvrages en français sur la reliure en général, il ne s'agit pas d'ajouter un peu mais bien de retrancher beaucoup — étant bien entendu que le but exact que nous poursuivons est très étroitement délimité : permettre à toute personne non spécialisée et n'ayant que peu de loisirs non plus que de place, de rendre ses livres solides et durables avec le minimum d'outillage et de temps.

***

Un amateur peut-il dans ces conditions, c'est-à-dire presque sans études ni matériel, faire de la bonne reliure, et en outre d'aspect au moins convenable ? Nous n'hésitons pas à répondre : oui. Il s'agit d'abord de suivre attentivement les explications que nous allons donner, puis d'être soigneux à les appliquer. Il faut aussi, pour les débuts surtout, ne point prétendre à faire plus que le modeste niveau que nous poursuivons.

L'amateur fera souvent, au moins au début, de l'ouvrage moins correct et surtout moins élégant que le professionnel supposé habile et consciencieux ; surtout, il fera beaucoup moins vite, mais ceci est d'assez peu d'importance, puisqu'il s'agit de profiter seulement des moments de loisir. Au surplus, qui n'a pesté contre les retards du relieur gardant chez lui deux ou trois semaines et plus les livres remis, et qui ne se rend compte qu'il gagnera encore du temps en opérant lui-même ? En revanche, l'amateur, pour peu qu'il veuille s'en donner la peine, fera facilement de l'ouvrage plus durable, on peut dire plus soigné mais plus modeste, parce qu'il ne trichera ni sur les fournitures ni sur le temps à employer : il lui sera loisible de n'employer que les meilleurs cartons, papiers, fils et ficelles, toiles, etc., et il fera consciencieusement certaines opérations de pressage, couture surtout, que le praticien professionnel a tendance à bâcler pour gagner du temps. Il faut bien dire aussi qu'il y est poussé par le client, qui ne comprend pas toujours la quantité de main-d'œuvre qui entre dans un travail et ne veut pas y mettre le prix qu'il faudrait. Ajoutons encore que nous conseillerons toujours à l'amateur qui veut avoir, à l'occasion, une belle reliure, de s'en remettre pour cela au relieur professionnel, qu'il ne saurait généralement égaler pour un tel travail : qu'il passe sa commande à un praticien habile et sérieux, qu'il lui donne bien toutes ses indications à l'avance, et, une fois tout arrêté d'accord, qu'il ne marchande pas. Nous ne traiterons ici que du travail d'amateur, consciencieusement et solidement fait, mais modeste, simple et peu varié. Ceci bien entendu, nous pouvons commencer.

(*A suivre.*) EL. RUEILER.

CHRONIQUE DES LIVRES

L. BENOIST, ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-conseil du Syndicat général des Compagnies d'assurances, **Manuel de prévention de l'Incendie**. 1 vol. in-8 de 169 pages. (Gauthier-Villars, édit.) Prix cart. : 20 francs.

Depuis un certain nombre d'années, une tendance très nette se marque à rechercher les moyens d'éviter la production des incendies bien plus que ceux destinés à les éteindre, ce qui absorbait surtout l'attention et les efforts jusqu'ici. Cela est parfaitement logique : mieux vaut prévenir que guérir. En France, M. Félicien Michotte s'est occupé, avec une ardeur et aussi une verve bien personnelle, de développer cette science préventive. Le livre que publie M. Benoist est tout particulièrement destiné à guider les compagnies d'assurances dans leurs évaluations des chances d'incendie suivant les différentes sortes d'immeubles et d'industries, qui donnent des variations considérables de dangers possibles.

Au lieu d'établir des monographies par industrie, ce qui eût été une tâche délicate et forcément incomplète, l'auteur a préféré étudier dans leurs détails les procédés communs à la majorité des industries. C'est pourquoi il étudie les procédés d'éclairage, de chauffage, de production de force motrice, l'emploi des matières inflammables et explosives dont l'utilisation pour des buts divers comporte cependant les mêmes dangers et appelle les mêmes mesures de prévention, mesures décrites dans le second chapitre du présent Manuel. Le classement des risques industriels, conforme à celui du tarif des Compagnies, termine l'ouvrage en indiquant sommairement les dangers les plus apparents propres à chaque industrie et les moyens de les combattre. Au surplus, voici le sommaire de la table des matières de l'ouvrage.

AVANT-PROPOS. — Principes généraux de l'inspection des risques.

CHAPITRE II. — Les causes d'incendie et leurs remèdes. Eclairage. Chauffage. Installations spéciales. Force motrice. Produits chimiques. Combustions spontanées et explosions. Surveillance générale et entretien des risques.

CHAPITRE II. *Les moyens de prévention.* — Extincteurs automatiques. Avertisseurs. Postes d'eau. Extincteurs à main. Protection des ouvertures. Règles des Compagnies d'assurances. Précautions à prendre dans les maisons, les fermes et les ateliers d'artisan.

CHAPITRE III. — Principaux dangers d'incendie et

Digitized by Google

moyens de prévention dans les risques classés d'après les tarifs des compagnies d'assurances (Objets divers et fabriques et usines).

MAURICE THOMAS. — **Le transformisme contre la science**, étude critique, 1 vol. Bruxelles, Lamertin 1928.

M. Maurice Thomas est un entomologiste belge que ses longues études sur la biologie des araignées incitent à croire à l'instinct animal : il est donc tout le contraire d'un mécaniste, et contre les mécanistes dogmatiques du genre Rabaud, il s'est, il y a deux ans, donné la mission de défendre la mémoire de notre grand Fabre (1). Il le fit avec un bel entrain, des arguments solides et un succès indubitable. Aujourd'hui, M. M. Thomas s'en prend au transformisme, sur lequel il fonce au nom de la science.

Le transformisme est, à l'heure actuelle, à peu près universellement admis par les naturalistes. Pas démontré toutefois. Cette hypothèse semble en effet résoudre, et seule capable de le faire, un certain nombre de problèmes anatomiques, voire biologiques, concernant le monde vivant. Les savants *sentent* que là est la vérité et, bien entendu, s'efforcent, par leurs observations et leurs expériences, de justifier leur intuition. Ils ont successivement essayé, pour ce faire, plusieurs systèmes : lamarckisme, darwinisme, etc... qui ne leur ont pas donné satisfaction. A l'heure actuelle, ils abandonnent peu à peu la théorie de l'évolution lente pour lui substituer celle d'évolution brusque, par saccades, fondée sur le mutationnisme. Le public profane est, lui, antitransformiste d'instinct parce qu'il est frappé par la constance, l'indéformabilité des espèces vivantes qu'il a sous les yeux : il croit à la stabilité. Naturaliste, M. M. Thomas partage cette opinion populaire, et ce qui fait le vif intérêt de son ouvrage, c'est qu'il s'efforce de lui donner une base scientifique.

A vrai dire, notre auteur ne parle point du mutationnisme : ce sont surtout les arguments lamarckiens et darwinistes qu'il combat. L'évolution lente des espèces vivantes nécessiterait une très longue durée du monde ; or, M. M. Thomas prouve que cette durée ne doit guère dépasser douze millions d'années. Le transformisme voit dans les métazoaires des agglomérats de protozoaires ; M. M. Thomas rappelle que tous les essais de synthèse de la matière vivante ont échoué et que jamais l'on ne vit se fusionner des individus distincts pour constituer une espèce nouvelle. M. M. Thomas souligne la notoire insuffisance de la fameuse loi de patrogonie de Serres si largement utilisée par E. Heckel. Il prouve, avec exemples nombreux, l'impossibilité du passage des espèces aquatiques du milieu eau dans le milieu air, l'impossibilité de la transformation des branchies en poumons, l'impossibilité de la transformation des nageoires en pattes, la faiblesse de l'argument des effets de l'usage et l'égale faiblesse de celui des effets du non-usage. Il nie les effets du milieu sur l'organisme ou tout au moins les réduit à de faibles variations possibles à la souplesse morphologique des animaux et végétaux. Il montre enfin le peu de conclusions qui se puissent tirer du mimétisme.

L'argumentation destructive de M. Maurice Thomas est assurément bien conduite et son attitude est à la fois loyale et courageuse. L'auteur est plus faible quand il s'essaye à construire un système personnel d'explication de la genèse des espèces vivantes. Mais il avoue lui-même qu'il tient moins à construire du nouveau, hypothétique en tout état de cause, qu'à démolir une théorie ancienne qu'il juge scientifiquement fausse. Son ouvrage sera lu avec très grand intérêt, et par les antitransformistes chez qui il ravivera des espérances, et par les transformistes auxquels il fera sentir toute la distance qui sépare les désirs des réalités solidement établies. M.

(1) M. THOMAS. *Jean-Henri Fabre et la Science*. Bruxelles, Lamertin, 1926.

P. LEVY-SALVADOR, ingénieur des constructions civiles, **Hydraulique agricole**, t. I, 3e édition, 1 vol. in-8 de 654 pages, avec 293 figures (Dunod, édit.). Prix, broché: 45 francs.

L'important *Traité* en trois volumes de M. Lévy-Salvador subit une réédition, et le premier tome vient de paraître, remis à jour. Il est consacré aux généralités (formation, débit, régimage des cours d'eau), puis aux prises d'eau d'usines, ouvrages et barrages de retenue et de décharges, avec de nombreux détails sur la législation et la réglementation afférentes ; enfin aux travaux de maintien de bon écoulement : curages et faucardements, endiguements, revêtements protecteurs de rives, travaux souterrains. Quelques pages de considérations sur l'influence des forêts et barrages sur le régime, et deux tableaux sur la longueur des cours flottables ou non en France, terminent le volume.

CH. BERTHELOT, ingénieur-conseil, **Les combustibles dans l'industrie moderne**, 1 vol. in-8 de 656 pages avec 183 figures (de la *Collection des grandes Encyclopédies industrielles*). J.-B. Baillière et fils, édit. Prix, broché : 90 francs ; relié, 100 francs.

Si depuis Réaumur, et même auparavant, le chauffage industriel a constamment progressé, particulièrement à la suite de la création des chaudières à vapeur motrice et des fours à gaz, depuis une génération à peine le progrès a pris une allure vertigineuse, au point que les traités excellents ne sont plus du tout au courant au bout de très peu d'années. Mazout et huiles lourdes analogues, charbon pulvérisé, flotté, gazogènes modernes, procédés nouveaux de cokéfaction, gaz et combustibles divers, sont d'apparition récente et fournissent chaque année matière à d'innombrables brevets. Sans aborder les questions de fours ni de chauffage par l'electricité, mais seulement en se cantonnant dans l'étude des combustibles (sans s'occuper de la création de certains de ceux-ci par synthèse), M. Berthelot vient de produire un très important volume où la solidité des connaissances théoriques se joint à la parfaite expérience pratique des innombrables problèmes qui se pressent en la matière.

Les premiers chapitres sont tout naturellement réservés au charbon et à ses dérivés immédiats : coke et gaz. Après une introduction sur les combustibles en général et les diverses houilles, deux chapitres traitent de l'état actuel de l'industrie et du commerce houillers, transport, emmagasinage, prix de revient, etc. Deux autres sont consacrés au lavage et flottage du charbon, un autre à la récupération des imbrûlés de scories. La sixième partie aborde alors l'importante question de la carbonisation à basse température, et la septième développe longuement celle des fours à coke modernes, des qualités du produit, du rendement, etc.

Dans les trois parties suivantes, l'auteur passe successivement en revue l'agglomération des combustibles en briquettes et boulets, toujours en accompagnant chaque

Digitized by Google

étude technique d'une autre sur le prix de revient ; puis le chauffage des fours métallurgiques à l'huile lourde ; ensuite les combustibles liquides, colloïdaux et pâteux spécialement dans la marine. Deux autres chapitres donnent les derniers résultats obtenus dans la chauffe au charbon pulvérisé et en matière de gazogènes. Enfin les deux derniers ont trait à la combustion superficielle et au transport du gaz de houille à distance et à son épuration liquide.

On voit l'étendue et la variété de l'important ouvrage de M. Berthelot, très documenté au cours d'une carrière poursuivie à l'étranger aussi bien qu'en France. Son livre, abondamment illustré et riche en tableaux, s'adresse non seulement aux ingénieurs métallurgistes ou constructeurs de chaudières et fours, aux céramistes, verriers, etc., mais aux exploitants et commerçants de la houille, gaz, goudron, pétrole, aux architectes, aux milieux maritimes, etc.

P. RENAUX, ingénieur, **Manuel de laiterie-beurrerie**, 1 vol. in-16, de 279 pages avec 117 figures (de la *Bibliothèque des Connaissances utiles*), J. B. Baillière et fils, édit. Prix, broché, 15 francs.

En ce moment où l'industrie des produits agricoles devient de plus en plus soumise aux méthodes scientifiques du laboratoire et de l'usine pour être rémunératrice, le manuel de M. Renaux documentera clairement et à peu de frais les producteurs si nombreux qui font commerce du lait et de ses dérivés, et qui peuvent améliorer grandement leur situation dans la plupart des cas. Il est très méthodiquement divisé en cinq parties, dont la première (56 pages) est consacrée aux notions indispensables de mathématiques et de physique très élémentaires : forces, hydraulique, machines simples, puissance, transmissions. La seconde étudie en 110 pages l'installation de la laiterie, matériel, tuyauterie, machines spéciales, instruments de contrôle, frigorification, avec une étude spéciale sur l'organisation des petites laiteries. Dans la troisième partie (50 pages) l'auteur fait l'étude du lait : composition, analyse, traitements. La quatrième, consacrée aux sous-produits tels que le petit lait, la caséine, le lactose, ne se compose que de quelques pages : l'auteur ne traite pas en effet la fromagerie, industrie toute spéciale qui est réservée à un autre volume. Enfin la dernière partie consacre ses quelque cinquante pages à la portée commerciale : salaires, vente et commerce, expéditions, coopératives, législation. Comme on le voit, ce livre est très complet en même temps que fort simple et à la portée de tous.

E. NICOLAS, professeur à l'Ecole professionnelle d'Armentières, **Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs**, 3e édition, 1 vol. in-8, de 278 pages avec 269 figures (Vuibert, édit.). Prix, broché : 22 francs.

Cet ouvrage est fait pour les praticiens de l'électricité qui n'ont pas de fortes études mathématiques et doivent donc aborder l'étude du courant alternatif bien moins par le calcul que du côté descriptif et pratique. Il est écrit dans cet esprit, et basé le plus possible sur l'expérience et la description. La division en vingt leçons, presque indépendantes l'une de l'autre, permet de scinder l'étude de l'ouvrage autant qu'on le veut, et de laisser de côté telle question qu'on trouve trop difficile au premier abord. Il faut enfin ajouter que chaque chapitre se termine par plusieurs problèmes, et qu'un grand nombre de figures, dont deux en couleurs, complètent le texte.

G. FRANCHE, ingénieur A. et M. et E. C. P., **Traitement thermique de l'acier et ses essais**, 1 vol. in-16 de 239 pages avec 121 figures et 8 planches hors texte (Desforges-Girardot, édit.). Prix broché : 18 francs.

C'est un excellent petit livre, remarquable par sa clarté et sa concision, qui lui permet de fournir de très nombreux renseignements en restant d'un faible volume. Le premier chapitre rappelle rapidement les conditions dans lesquelles s'effectue l'élaboration du métal (fours, coulée, refroidissement, défauts). Le second, de beaucoup le plus long, est consacré aux essais mécaniques, avec d'abord des notions précises sur les caractéristiques exactes des diverses propriétés, puis des descriptions et indications essentiellement pratiques sur l'appareillage d'essais et la manière de s'en servir. Un bon petit exposé de la métallographie, très méthodique, constitue le chapitre suivant, et celui qui vient après est consacré à la chauffe et au refroidissement, avec études détaillées sur les courbes thermiques et leurs points critiques, sur le dilatomètre Chévenard et enfin sur les pyromètres, seulement esquissés. Les deux derniers chapitres traitent des changements physiques produits par les traitements thermiques ; mais l'importance en est telle qu'un chapitre sert à donner les notions d'ensemble, et que le dernier reprend par le détail l'étude de la trempe, du recuit et du revenu ; l'étude préalable qui a été faite de la métallographie et de l'influence de la chaleur permet de déblayer une foule de vieilles notions empiriques imprécises et presque impossibles à enseigner par le livre, et de donner des détails sur les structures d aciers divers suivant la composition et le traitement, sur les diagrammes de Rozeboom, etc. Il n'y a pour ainsi dire pas de formules, et la parfaite clarté de l'ouvrage le met à la portée des travailleurs métallurgistes les moins instruits.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE

Les métaux pour les ailettes de turbines à vapeur modernes. — Au début de la construction des turbines à vapeur, on a surtout employé le bronze et le laiton pour la fabrication des aubages des turbines à réaction, et l'acier au carbone, ou l'acier à faible teneur en nickel, pour les aubages à action, où l'effort supporté est plus considérable. Au cours de ces dernières années, tout en continuant l'emploi de ces mêmes métaux, on en a essayé beaucoup d'autres : ferro-nickels (alliages de fer et de nickel à fort pourcentage de ce dernier élément), laiton au nickel (alliage cuivre-nickel), aciers « inoxydables » au nickel et au chrome, ou au cobalt, alliage inoxydable A. T. V. à haute teneur de nickel et de chrome, etc. La vapeur à très haute température produit, en effet, des actions chimiques qui prennent une très grande intensité.

M. Bodmer, dans *Chaleur et Industrie* d'avril 1928, passe en revue ces diverses solutions, en partant d'abord des alliages où le cuivre joue un rôle important, en traitant ensuite de l'acier à 5 p. 100 de nickel, actuellement très répandu, en étudiant enfin les solutions les plus modernes qui recouvrent au chrome lié au fer, et à la combinaison des effets améliorants du nickel et du chrome.

Le laiton à 72 p. 100 Cu et 28 p. 100 Zn avec des traces de plomb, résiste bien à l'action chimique de la vapeur contenant des impuretés. Mais sa résistance mécanique est faible. Aussi ne convient-il que pour les turbines à efforts modérés. On ne l'emploie que dans les étages de moyenne pression des turbines de grande puissance et dans les étages de moyenne et de basse pression pour les petite et moyenne puissances.

En raison de sa limite élastique assez élevée, l'alliage cupro-nickel-tungstène (50 p. 100 Cu, 10 p. 100 Ni, 40 p. 100 Tn) trouve un emploi dans la construction des aubes des étages de la basse pression.

L'alliage cuivre-nickel (80 p. 100 Cu, 15 p. 100 Ni) peut être utilisé sans crainte d'altération jusqu'à 350°. On l'emploie cependant de préférence pour les étages à moyenne et à basse pression.

Le nickel-cuivre (65 p. 100 Ni, 28 p. 100 Cu) est très intéressant par sa résistance à l'eau de mer. Malheureusement, son prix est élevé ; de plus, il devient fragile à 500° et présente une résistance insuffisante à l'érosion.

Les ferro-nickels s'altèrent très rapidement en présence de la vapeur d'eau. Au contraire, les aciers à 5 p. 100 de Ni résistent parfaitement. Ils sont d'une tenue nettement meilleure que les aciers au carbone ordinaires, mais ils n'offrent qu'une résistance insuffisante aux corrosions et aux érosions.

Les aciers à 13 p. 100 de chrome dits « Stainless » ou « Rustless », ou encore « inoxydables », se divisent en deux nuances : dure et douce. Leur inoxydabilité, qui n'est que relative, est liée à l'état de poli de la surface. Aussi a-t-on cherché à augmenter la résistance à l'érosion en durcissant les ailettes après leur complet usinage et achèvement, par un traitement thermique. C'est une opération onéreuse et extrêmement délicate à organiser et à réunir.

L'alliage A. T. V. a été étudié et mis au point, il y a douze ans, aux Aciéries d'Imphy. C'est un ferro-nickel chromé à haute teneur de nickel et de chrome, la dose de ce dernier élément ayant été calculée de manière à stabiliser le ferro-nickel à 36 p. 100 de Ni. Cet acier a été appliqué à la centrale de Missiessi de l'arsenal de Toulon, et il a donné toute satisfaction. Il se prête particulièrement bien à la construction des aubages fixes, des directrices, des turbines à action.

TRANSPORTS

Le Rallye des carburants nationaux franco-belge, organisé par l'A. C. de France et le Royal A. C. de Belgique, avec le concours de l'Office national des Combustibles liquides, qui avait quitté Paris le 9 juillet, a traversé la Belgique et le Luxembourg. Il est arrivé samedi 21 juillet, à 17 heures, à Strasbourg. Les 27 voitures participant au rallye ont été exposées au Wacken, le 22 juillet, de dix à douze heures, et le 23, de onze heures à midi. Le même jour, à dix-sept heures, elles ont reçu la visite du Congrès de Chimie industrielle, que cette épreuve intéresse spécialement, puisqu'elle démontre que l'on dispose maintenant de carburants nationaux, pouvant se substituer à l'essence dans la traction automobile, non seulement des poids lourds, mais même des voitures tourisme.

Les carburants engagés étaient : le gaz de ville, le benzol, des carburants liquides de remplacement, et le carbone sous différentes formes utilisables dans les gazogènes (granulés de tourbe, coke, brindilles, etc.).

On savait déjà, et cette épreuve confirme, que le gazogène convient aux « poids lourds ». Restait à démontrer qu'il pouvait être adopté à la voiture tourisme sans la déparer, l'encombrer ou la salir. Cette démonstration est maintenant faite.

On peut voir, en effet, dans le rallye, deux voitures de tourisme de luxe (40 CV Renault et 23 CV Peugeot) équipées de gazogènes qui n'enlaidissent en aucune façon les carrosseries. Ces gazogènes fonctionnent au « synthocarbone », carburant dans lequel se trouvent incorporés en quantités équilibrées des combustibles minéraux et végétaux, traités par carbonisation et agglomérés par de la tourbe, suivant le procédé Charles Roux dont nous avons déjà parlé.

Parmi les autres carburants on remarque :

1° L'alcool méthylique de synthèse carburé avec du benzol et de l'alcool éthylique. La formule de ce carburant à 60 p. 100 d'alcool méthylique *synthétique* a été donnée par M. Dumanois, directeur des services techniques de l'Office national des Combustibles liquides, à la suite de ses théories sur l'onde explosive et l'auto-allumage.

2° Le gaz de ville avec lequel la Société du Gaz de Paris a équipé deux autobus parisiens et un camion

Digitized by Google

de l'Automobile-Club de France (voiture avec remorque munie d'un compresseur et d'un surpresseur). Le ravitaillement en gaz est fait au moyen d'un locotracteur. Le rechargement des réserves a eu lieu à Strasbourg.

3° L'huile lourde.

4° Divers produits de la distillation du goudron. Enfin, le benzol qui, sans être un carburant nouveau, mérite une attention spéciale à raison de ses qualités remarquables mises en évidence depuis relativement peu de temps par les travaux de savants français.

SOCIOLOGIE

Les suggestions du personnel et la « boîte aux idées ». — De la Revue mensuelle de l'Union des Industries métallurgiques et minières :

« Dans une usine bien organisée, l'ouvrier n'a plus à se déplacer pour aller chercher du travail, des matières premières ou des outils. Tout ce qui lui est nécessaire lui est apporté à pied d'œuvre par des agents spécialisés. Son rôle consiste de plus en plus à installer dans un montage approprié des pièces à usiner placées à côté de sa main, à mettre la machine en marche, à surveiller si rien d'anormal ne se constate dans son fonctionnement, puis à enlever la pièce finie pour la remplacer par une nouvelle.

« Pour exécuter cette besogne élémentaire, l'ouvrier ne doit pas non plus avoir à perdre du temps pour rechercher la manière de procéder. C'est pourquoi des feuilles d'instructions minutieuses lui tracent la marche à suivre dans toutes les opérations qu'il doit effectuer. Ces feuilles ont été établies par des techniciens qui, après de longs calculs et des essais prolongés, ont choisi la meilleure méthode, c'est-à-dire celle qui concilie le mieux la rapidité d'exécution, la précision de la fabrication et la moindre dépense de matière et de force motrice.

« On a objecté que l'ouvrier était ainsi rabaissé au rang de la machine, qu'il devait perdre tout intérêt à son travail et toute conscience professionnelle.

Mais, s'est demandé la direction de l'entreprise en question, « pourquoi laisser l'ouvrier complètement en dehors de la partie intellectuelle du travail, d'autant plus que, par la force des choses, il peut se glisser des lacunes dans les meilleures organisations et que l'ouvrier qui est en définitive l'exécutant de la tâche préétablie est le premier à observer les défauts et à en pâtir? Ne vaut-il pas mieux lui proposer un moyen de faire connaître ses observations et les remèdes qu'il peut trouver?

« Aussi, depuis plus de deux ans, une *Boîte à idées* est installée dans chacune de ses usines, dans un local où le personnel doit passer pour se rendre à son travail.

Au-dessus de cette boîte est apposée une affiche rédigée dans les termes suivants :

« Pour garder notre place sur le marché et conserver notre réputation, qui est aussi la vôtre, il faut que nous fassions toujours de mieux en mieux et à meilleur marché.

« Pour atteindre ce but, nous faisons appel à la collaboration entière de notre personnel, de nos ouvriers et de nos employés.

« Vous avez tous des idées. Faites-nous-les connaître ; nous mettrons les meilleures en pratique et nous vous récompenserons.

« L'auteur d'une bonne idée recevra une prime de 10 à 200 francs.

« Dans chaque usine, l'auteur de la meilleure idée recevra une prime de 200 à 500 francs.

« L'auteur de la meilleure idée de l'année recevra une prime de 500 à 2 000 francs ».

Un casier contenant des enveloppes portant l'adresse du Siège social est placé à proximité de la boîte. L'auteur de l'idée est ainsi assuré contre les indiscrétions.

Chaque semaine la boîte est levée et le directeur de l'usine envoie au Siège les lettres qu'il recueille. Les auteurs sont avisés par lettre de la réception de leur proposition et de sa mise à l'étude.

Puis, dans les bureaux d'études, les suggestions sont examinées attentivement et celles qui présentent une réelle valeur sont récompensées, alors même qu'elles ne peuvent pas être appliquées pour des raisons indépendantes de la valeur de l'idée : cessation prochaine d'une fabrication, impossibilité de créer un outillage trop important pour la série en cours, etc.

Le personnel a fait très bon accueil à cette nouveauté, et, dès la première année, une centaine d'idées, dont un bon tiers jugées dignes d'intérêt, ont été reçues et récompensées.

Des lettres sont parvenues de toutes les catégories du personnel. Le plus souvent les suggestions recueillies avaient trait à des perfectionnements d'outillages, à des tours de main d'atelier ingénieux, à l'utilisation de matières premières plus économiques, ou plus faciles à travailler, mais on a glané également des avis fructueux sur la comptabilité industrielle et jusqu'à des conseils sur la vente et la publicité.

La Société s'est inspirée de toutes ces propositions pour améliorer ses fabrications et développer ses affaires. Elle en a donc retiré des avantages certains qui ont profité indirectement à tous ses rouages. Quant aux chercheurs ingénieux, ils ont été récompensés par leurs primes et par l'attention qu'ils ont attirée sur eux. Mais ce n'est là qu'un bien faible profit, si on le compare à l'intérêt du lien moral que cette méthode a su créer entre le travail manuel et le labeur intellectuel.

Le système de la boîte à idées, comme celui des primes aux économies, etc., vise avant tout, en créant le désir de l'amélioration de l'entreprise, de son organisation scientifique, à renforcer au sein du personnel la conscience de ce lien ».

Il nous sera permis d'ajouter personnellement que ce système d'appel à la collaboration, dont il ne faut assurément pas nier le réel intérêt, présente un inconvénient primordial qui vient presque toujours en entraver le fonctionnement : c'est que l'ouvrier ou l'employé auteur d'une proposition lui attribuera toujours beaucoup d'intérêt et de valeur (humain, trop humain !). De sorte qu'il aura presque toujours tendance à estimer qu'on l'exploite à bon compte et qu'une prime de 100 francs, par exemple, n'est qu'une gratification dérisoire pour l'excellente idée qu'il a livrée. Si sa suggestion n'est même pas retenue, soit qu'elle n'ait pas d'intérêt réel, soit qu'il y ait des difficultés ou frais insoupçonnés de lui, soit qu'elle soit même absurde dans son principe, ce qui n'est pas autrement rare, il sera découragé ou aigri, se jugeant souvent en butte à un ostracisme systématique, à une persécution déclarée. Ce sera bien pire encore si l'idée soumise n'est pas nouvelle et que justement sa réalisation était en train : dès qu'il la verra « sortir » il sera persuadé que l'on s'est offert gratuitement « son idée » qu'on lui a ensuite retournée avec la mention *refusée*. Et cela peut engendrer des conflits et un état d'esprit des plus regrettables.

Digitized by Google

Les peuples mangeurs de pain. — Le Français passe généralement pour être un « monsieur qui redemande du pain » (les étrangers complètent le signalement en ajoutant qu'il est décoré et ne sait pas la géographie). Il n'est pourtant pas absolument le premier sur la liste des consommateurs de pain dans l'univers : les Canadiens, les Australiens et les Bulgares en mangent sensiblement autant que lui, à raison de 230 à 270 kilogrammes par an, ce qui fait pour ces quatre peuples une livre et demie par jour en moyenne comme ration individuelle.

Les Belges viennent après, avec 210 kilogrammes par personne et par an. Puis l'Argentine (190 kilogrammes), la Grande-Bretagne (160 kilogrammes), la Suisse et les Etats-Unis (150 kilogrammes). La chute est très marquée avec l'Allemagne (95 kilogrammes) et la Russie, qui ne consomme que 60 kilogrammes par habitant et par année : quatre fois moins que la France ou le Canada, à peine plus d'un kilogramme par semaine.

Cet ordre ne suit qu'assez approximativement celui des peuples classés comme producteurs de blé. Si le Canada, l'Australie et l'Argentine sont parmi les tout premiers du monde (le Canada l'emporte même sur les Etats-Unis comme exportateurs), la Russie est encore un assez gros producteur, quoique bien déchu. La Hongrie, la Roumanie, l'Afrique du Nord et surtout les Indes, qui sont des pays de blé, ne comptent pas parmi les gros consommateurs de pain ; par contre, la France et surtout la Belgique, grands panivores, produisent moins de blé qu'ils n'en consomment. La production de l'Allemagne égale sensiblement ses besoins.

L'importance que prend le pain dans la ration alimentaire des divers peuples est donc surtout le résultat d'habitudes et de préférences, et aussi un indice de richesse dispersée dans la masse de la population. On sait que, depuis la guerre, la consommation du pain dans l'univers, — dans l'Asie en particulier, où sa consommation était tout à fait insignifiante à côté du riz, — a beaucoup augmenté. Il est intéressant, à ce propos, de signaler que l'année 1928 est le premier cinquantenaire des exportations de blé d'Argentine. Jusqu'alors, le pays avait entièrement consommé la farine qu'il produisait, et même importé de grandes quantités. La campagne 1927-28 a produit dans ce pays 6 millions 509 mille tonnes de blé, sans parler de l'orge et du seigle, qui montent ensemble à près d'un demi-million de tonnes.

Les nouveaux moyens de transport et les impressions nouvelles. — Horace estimait fort justement que le premier homme qui se risqua sur un esquif flottant avait le cœur bardé d'un triple airain. De toutes les nouveautés qui paraissent au jour, celles qui effraient le plus les humains paraissent en effet être les moyens nouveaux de transports, comme ce qui excite généralement le plus leur admiration est le progrès de l'éclairage et des jeux de lumière. Aujourd'hui où de vénérables vieilles dames elles-mêmes ne craignent pas toujours d'essayer de l'avion, le *Citizen*, d'Ottawa, rappelle « qu'il y a à peu près un siècle, d'audacieux voyageurs écrivaient des histoires émouvantes sur des randonnées faites en chemin de fer. Au commencement de notre siècle, les impressions des premiers promeneurs en automobiles occupaient un espace important dans les journaux. Quand le roi Edouard y monta pour la première fois, le *Daily Mail* en fit une nouvelle de première page avec une grosse manchette ».

Une expérience sociologique aux Etats-Unis : le régime sec ». (*Suite.*) — Il paraît que la prohibition a coûté jusqu'ici 286 milliards de francs aux Etats-Unis. Si ce pays avait acquis pour 286 milliards de vertu, grâce au régime sec, on n'oserait dire qu'elle se paie trop cher, la vertu américaine étant tout particulièrement la plus parfaite *in the world*, de sorte que rien de ce qui peut l'amplifier n'est à regretter. Mais jetons un coup d'œil sur les résultats que cette dépense extraordinaire a donnés.

Le commissaire Doran, l'un des directeurs du Service de la Prohibition, relève pour l'année fiscale 1926-1927 (l'année 1927-28 s'annonce pire encore) :

64 900 arrestations pour fraude et intempérance ;

7 131 automobiles confisquées ;

353 navires saisis ;

52 000 poursuites engagées devant les tribunaux fédéraux ;

36 546 personnes condamnées dont 11 818 à des peines de prison.

Rien qu'à New-York, il y a eu dans les hôpitaux en 1927, 9 102 cas d'alcoolisme aigu et 472 cas de delirium tremens.

Depuis 1920, 173 personnes, dont 47 agents fédéraux, ont été tuées par des alcooliques. Inversement, de nombreuses personnes ont été tuées par des agents de l'ordre, dans des batailles rangées ou en dehors de conflits.

L'emploi de l'alcool industriel se chiffre annuellement aux Etats-Unis par 60 à 70 millions de gallons. De cette quantité, 12 millions de gallons sont détournés par les bootleggers. Or, le Dr Sirovich affirme qu'un mélange d'alcool éthylique et d'alcool de bois provoque une cécité en vingt-quatre ou quarante-huit heures et une foule d'autres maladies toujours graves ou fatales.

Lors des débats qui ont suivi l'établissement du budget du Bureau de la Prohibition pour 1928, le député démocrate Linthicum de Maryland a accusé indirectement le gouvernement d'être responsable des 11 000 cas de mort causés par le poison mis dans l'alcool.

On se demande, dit l'*Horizon*, de Bruxelles, si pareil régime peut perdurer !

AGRONOMIE ET ÉLEVAGE

La laine d'Argentine. — Dans l'année 1927-28, la République Argentine a exporté 276 645 balles (de 125 kilogrammes) de laine, soit plus de 117 millions et demi de kilogrammes. Ce chiffre est en diminution sur celui de la campagne 1926-27 qui se montait à 293 801 balles. On sait que, depuis quelques années, une série de circonstances (déplacement des capitales de l'industrie lainière, soubresauts des changes, etc.), ont provoqué dans la production de la laine des perturbations dont l'effet a été particulièrement ressenti en Australie, le « continent de la laine ». Celle de l'Argentine a comme principal client l'Allemagne, qui en absorbe le quart, puis la France, avec la Grande-Bretagne au troisième rang (en 1926-27, elle en importait plus que la France). La Belgique vient au quatrième rang comme client et les Etats-Unis au cinquième.

La culture des fruits en Uruguay. — Le département de Selto est un gros producteur d'oranges et de mandarines. On a signalé pour cette année une récolte abondante. La plus grande partie de ces fruits est expédiée à Buenos-Aires. Les départements de Cerro Largo-Rivera et Colonia qui pratiquent la même culture sur une moindre échelle sont également favorisés par d'excellentes conditions.

Digitized by Google

La superficie totale consacrée cette année à la culture des fruits en Uruguay atteint 2 616 hectares. On pourra juger de la place que tient chacun des départements signalés dans la culture des oranges par le recensement effectué en 1924 et dont voici les résultats :

	Superficie des cultures (en hectares)
Salto	1 202
Cerro Largo	227
Rivera	146
Colonia	121

Signalons à ce propos que, d'après les chiffres publiés par l'Office National des Statistiques, la population de l'Uruguay, au 31 décembre 1927, était de 1 762 451 habitants, soit 9,43 par kilomètre carré pour l'ensemble du territoire.

Le département de Montevideo figure sur ce total pour 457 894 habitants, soit plus de 74 au kilomètre carré. La densité de la population est assez différente pour les autres départements.

La cuniculture en Belgique. — En Belgique, la cuniculture a pris un essor extraordinaire. On compte, à l'heure actuelle, un lapin par 7 habitants. Malgré cela les besoins sont tels que l'on doit importer annuellement pour 400 millions de francs de peaux. Rien que les teinturiers consomment annuellement 20 millions de peaux de lapins !

La Belgique a exporté, l'an dernier, pour près d'un milliard de peaux de lièvres et de lapins en Angleterre-en France, en Hollande, en Hongrie, en Italie, en Tchécoslovaquie, en Australie et en Allemagne.

TRAVAUX PUBLICS

L'importance du port de Paris. — Il y a en France 547 ports fluviaux. Le plus important de tous est celui de Paris, dont le trafic, en 1924, s'est élevé à 8 503 793 tonnes. Le tonnage global est, en réalité, plus élevé, car il faut y ajouter un trafic local de 277 207 tonnes et un trafic de transit de 2 141 705 tonnes, donnant ainsi un total de près de 11 millions de tonnes.

Grâce à la Seine et à ses affluents, le port de Paris est en relations avec les principales voies navigables françaises. C'est donc le plus grand port national, car le tonnage des marchandises manutentionnées à Marseille, en 1924, a été de 7 171 000 tonnes, de 7 789 000 tonnes à Rouen, de 5 233 000 tonnes au Havre et de 4 896 000 à Bordeaux. Mais Paris est aussi un port international ; par les canaux allant à Mons et Charleroi, il est relié aux voies fluviales belges, et par les canaux des Ardennes et de l'Est à celles du bassin du Rhin.

La France produit 12 300 000 000 de kilowatts-heure. — Dans une interview récente, M. Tardieu a déclaré :

« On avait pris en France l'habitude de n'aménager que 50 000 kilowatts par an. Dans la seule année 1928, nous avons mis en route l'aménagement de 200 000 kilowatts. L'aménagement du Plateau Central et des Pyrénées s'est réveillé. Celui du Rhin est commencé. Celui du Rhône ne tardera pas. Au total, la France produit à l'heure présente 12 300 000 000 de kilowatts-heure soit 300 par habitant. C'est moins, certes, que la Norvège, le Canada, la Suisse et les Etats-Unis. C'est plus que l'Allemagne, l'Italie, la Grande-Bretagne »

CHRONIQUE DU CANADA

La population du Canada. — D'après les dernières statistiques officielles qui viennent d'être publiées, la population du Canada est estimée à 9 millions 658 000 habitants, soit une augmentation de 139 000 sur l'estimée de l'an dernier. La province de Québec participe à cette augmentation pour 43 000, l'Ontario pour 42 000, la Saskatchewan et l'Alberta chacun pour 15 000.

Le port de Montréal en 1927. — Le rapport de la Commission du port de Montréal pour 1927 vient d'être publié. Nous en extrayons les renseignements suivants :

Le nombre de navires de haute mer à l'entrée s'établit à 1 610, représentant 4 992 486 tonnes, contre 1 421 navires et 4 221 730 tonnes l'année précédente ; le tonnage total s'est élevé à 11 921 173 ; le chiffre des importations a été de 2 693 535 tonnes, en augmentation sur 1926 dont le chiffre avait été de 2 028 162.

Le total des exportations en 1927 a été de 6 175 485 tonnes, à comparer avec 4 549 836 l'année précédente.

Tous les records pour la manipulation du grain ont été dépassés l'an dernier. En 1926, le nombre total de boisseaux avait été de 135 897 882, et en 1927 les chiffres se sont élevés à 195 247 914 boisseaux.

Le port a aussi battu ses précédents records pour l'importation de l'anthracite anglais, pour l'importation de la houille de la Nouvelle-Ecosse et l'importation de tous les pays.

Des géodésiens tracent une ligne de base à travers un lac gelé. — Dans un immense pays tel que le Canada, où souvent se dressent des obstacles naturels gigantesques, les arpenteurs ont fréquemment à résoudre de nouveaux problèmes ; mais le Service s'est fait une tradition de ne pas se laisser arrêter et de trouver une méthode nouvelle d'exécuter son travail s'il ne peut attaquer la difficulté par les moyens ordinaires. Au cœur même des Rocheuses, dans la région du col Yellowhead, immédiatement à l'ouest de la limite Alberta-Colombie Britannique, se trouve le lac Yellowhead, nappe d'eau profonde et étroite, le premier lac au Canada à travers lequel une ligne de base ait été mesurée. A l'instar du philosophe à qui on avait demandé de transporter de l'eau dans un tamis et qui attendit qu'elle fût gelée pour le faire, les arpenteurs attendirent que le lac fût recouvert de glace pour exécuter leur travail. Manipuler des instruments en acier ou en laiton à de hautes altitudes dans les montagnes en janvier et février, alors que la température est inférieure à zéro et que les tempêtes de neige balayent les vallées, n'est pas une tâche particulièrement plaisante, mais les fonctionnaires du Service Géodésique la menèrent à bien.

Le tracé d'une ligne de base mesurée avec une exactitude qui n'admet comme limite d'erreur qu'une petite fraction de pouce par mille, est la première des opérations de triangulation que le Service Géodésique a exécutées en direction nord à partir du col Yellowhead, le long de la crête des montagnes Rocheuses, jusqu'au 120° méridien. Le tracé d'une ligne de base suppose d'ordinaire un terrain assez plat sur lequel elle puisse être mesurée ; mais dans cette mer de montagnes, le seul endroit qui remplit cette condition est la surface d'un lac, et comme il était impossible d'enfoncer des poteaux dans le lit, il fallut attendre l'hiver pour les fixer dans la glace.

Digitized by Google

Un pilier en béton fut d'abord construit à la station de triangulation de l'extrémité Est du lac. A partir de ce point, des poteaux de la longueur convenue furent fichés dans la glace à des intervalles de 50 mètres et sur une distance totale de 5.800 mètres, soit un peu plus de trois milles et demi. Pour cela, on creusait des trous de dix pouces et l'on maintenait le poteau en position au moyen de neige que l'on faisait durcir en y jetant de l'eau. Des précautions furent prises pour éliminer toute erreur pouvant provenir du soulèvement de la glace. Les mesurages n'étaient exécutés que lorsque le temps le permettait, parce que les thermomètres fixés au ruban d'acier et utilisés pour vérifier sa dilatation et sa contraction, ne pouvaient pas enregistrer de température inférieure à 2 degrés Fahrenheit au-dessous de zéro et qu'il arrivait au cours des travaux qu'elle descendait à 32e au-dessous.

Le succès de cette expérience montre qu'on peut aujourd'hui établir des lignes de base sur des nappes d'eau plutôt que sur terre, lorsque l'exécution de levés met en face de difficultés insurmontables ; les figures géométriques des réseaux de lignes de base peuvent être améliorées et l'on réalise en même temps une économie considérable de travail en éliminant la nécessité de l'abatage du bois sur le parcours des lignes.

La production des automobiles au Canada. — Pendant le premier semestre de cette année, la production des automobiles au Canada s'est élevée à 124 988 d'une valeur de $ 83 104 258 contre 126 808 d'une valeur de $ 80 943 907 pendant la période correspondante de l'an dernier.

Les sociétés qui fabriquent des automobiles au Canada ont produit, en 1927, 137 290 voitures, 29 603 camions et 12 161 châssis, soit un toral de 179 054 unités évaluées à $ 115 904 228 (à l'usine) ; les pièces et les autres produits ont été évalués à $ 12 728 491, et la construction sur commande et les réparations, évaluée à $ 67 795, ont porté le total de la production à $ 128 700 514.

L'inspection médicale des immigrants. — Pour réduire, si possible, le nombre d'immigrants indésirables pour raisons de santé et pour soigner ceux qui ont été récemment admis, on a créé un corps nouveau de 45 docteurs anglais à Ottawa. Ils examineront les nouveau-venus et adresseront un rapport immédiat au ministre de l'hygiène.

Compagnie de prospection aérienne. — Durant les deux dernières années, des avions ont été fréquemment utilisés au Canada pour transporter des prospecteurs à des endroits où l'on avait appris que des découvertes importantes de gisements miniers avaient été faites, mais la formation d'une compagnie pour la prospection aérienne sur une grande échelle est chose nouvelle. Telle est pourtant l'intention de M. J. E. Hammell, pionnier de l'exploitation minière du fameux lac Red et président de la Howey Gold Mines, Ltd.

M. Hammell a fondé à Toronto la Northern Aerial Minerals Exploration, Ltd. et a déjà commencé pour la compagnie quatre grands monoplans Fokkers et il fera également l'acquisition de quatre avions légers du type Moth De Haviland. Le capitaine H. A. Oaks sera directeur du groupe aérien et gérant adjoint de l'entreprise.

Le projet comporte la prospection aérienne, des hommes étant transportés dans de nouvelles régions où ils seront approvisionnés par les nouvelles machines. Les grands monoplans auront un rayon de vol ininterrompu de 1 000 milles et transporteront hommes et approvisionnements. M. Hammell s'est maintes fois servi de l'aéroplane, en particulier pour le développement du district minier de Red Lake. Il est d'opinion que l'aéroplane contribuera plus en cinq ans au développement des régions septentrionales que n'importe quel autre facteur économique ne l'a fait au cours des cinquante dernières années.

L'INSTITUT SCIENTIFIQUE FRANCO-CANADIEN

L'Institut scientifique franco-canadien publie un rapport sur ses activités au cours de l'année 1927-1928. Il résulte de ce rapport que les activités de l'Institut se sont étendues aux Universités de la Province de Québec et à celles de l'Ontario. Six professeurs ont cette année parlé sous le patronage de l'Institut. Ce sont MM. Sergent, Gilson, Longpré, Ribaud, Javiller et Brillouin. Le total des cours, conférences, cliniques et séances de laboratoire, s'est élevé à 157, dépassant sensiblement le nombre de l'année 1926-27 qui avait été de 115.

	PROVINCE DE QUÉBEC						PROVINCE D'ONTARIO	
	Université de Montréal	École Polytechnique	Université Mc. Gill	Québec	Divers	Clinique et laboratoire (1)	Ottawa	Toronto
Dr E. Sergent	10	»	1	12	2	40	1	1
Gilson	3	»	1	»	1	»	»	»
Longpré	1	»	»	»	»	»	»	»
Ribaud	8	10	1	6	4	8	1	1
Javillier	21	»	1	7	3	10	»	1
L. Brillouin	1	»	1	»	»	»	»	»
Total,	44	10	5	25	10	58	2	3

TOTAL GÉNÉRAL : 157 SÉANCES

(1) Chacune des séances figurant dans cette colonne n'a pas duré moins de deux heures.

Digitized by Google

LA STABILISATION DU FRANC ET LE POINT DE VUE SCIENTIFIQUE

Il y a longtemps qu'on parle, en France, de la stabilisation du franc-papier, et l'on a écrit plus que jamais sur ce sujet lorsque parut, il y a peu de semaines, le décret fixant la nouvelle définition du franc-poincaré, du franc or 1928, du franc de la Victoire, puisque l'ironie des choses nous donne le droit de l'appeler ainsi. Depuis, on n'a plus eu l'occasion d'échanger de nouvelles considérations sur ce sujet usé par des années de discussion. Le franc vaut quatre sous, a-t-on dit ; et le Français ayant trouvé une formule simple et frappante pour résumer et qualifier l'état de choses, a désormais eu l'esprit en repos sur ce point.

Ces discussions ont eu lieu à peu près exclusivement entre économistes, juristes, sociologues, financiers ou politiciens. Il ne semble vraiment pas qu'on ait paru penser que le franc était une des pièces du système métrique, c'est-à-dire d'un ensemble de repères reliés par des rapports numériques fixes et servant à mesurer des phénomènes ; et que, par conséquent, sa définition était du ressort des savants au même titre que celle du kilogramme ou de la seconde d'arc. Ce malheureux système métrique, lentement formé en plusieurs années (et même, en réalité, dizaines d'années), a eu une naissance laborieuse, cahotée, une forme retouchée au cours même des travaux qui lui ont donné le jour. Son histoire exacte et complète est bien curieuse, bien différente aussi de ce que racontent les manuels d'histoire ou d'arithmétique, et il est resté un grand méconnu, sans qu'on puisse s'en étonner. Une chronique de *la Science Moderne* a rappelé jadis qu'il était resté extraordinairement incomplet tout en présentant par ailleurs des surabondances inutiles : par exemple, trois mesures de volume (décimètre cube, litre, stère), deux de surface (are, mètre carré), et par contre aucune unité officielle de temps, de température, ni, bien entendu, de mesures électriques, jusqu'à une toute récente loi.

***

Cette fragilité du système métrique (qu'il a fallu plusieurs dizaines d'années pour imposer officiellement en France, et qui n'est pas encore parvenu à s'imposer exclusivement dans les pays anglo-saxons, malgré son évidente supériorité), s'est affirmée, cette fois encore, par la facilité avec laquelle les pouvoirs publics ont dédaigneusement chaviré en un tournemain la définition enclose depuis près d'un siècle et demi dans la vénérable charte du système. Le franc était une masse d'argent de 5 grammes; désormais c'est une masse d'or de 65 milligrammes et demi et voilà tout. Il a suffi de signer un papier pour balayer une définition et la remplacer par une autre. C'était bien la peine de rire de la pseudo-boutade de Montesquieu, faisant dire à son Persan : « le roi de France n'a qu'à dire à ses sujets qu'un million en vaut deux, et ils le croient. »

On dira qu'un gouvernement peut bien modifier ou défaire ce qu'a fait un autre, et qu'il peut changer la définition officielle d'une unité comme il fait varier à son gré le prix du papier timbré, d'un affranchissement postal ou d'un tarif de procédure. Sans doute ; mais alors se pose la question curieuse pour celui qui voit dans le franc ce qu'il est : une unité métrique à but mensurateur, c'est-à-dire un repère à usage scientifique : pourquoi un gouvernement ne changerait-il pas, quand il lui plaît ou convient, une autre unité du système métrique, par exemple le kilogramme ou le mètre? N'en aurait-il pas le droit et n'y pourrait-il trouver les mêmes avantages? Il serait effectivement arrivé au même but en décrétant, par exemple, que le kilogramme sera désormais la masse de 200 centimètres cubes d'eau ; car ainsi on aurait continué à payer le beurre au même prix qu'avant-guerre... en ce sens que pour ce prix-1914, on aurait eu un kilogramme modèle 1928. Cela serait revenu exactement au même résultat qu'en conservant le kilogramme primitif mais en sanctionnant un prix nouveau. Ou bien encore en créant un mètre 1928 cinq fois plus court que celui de la Convention, ou un litre tenant dans un demi-setier. Encore aurait-il fallu savoir à quel coefficient réducteur s'arrêter en matière de longueur : car si le mètre nouveau avait été cinq fois plus court que l'ancien, le mètre carré aurait été vingt-cinq fois plus réduit, et le prix du terrain, du drap ou du papier serait tombé, ô miracle ! au cinquième de son prix d'avant guerre ; et le mètre cube aurait été réduit au cent-vingt-cinquième de ce qu'il était, ce qui aurait mis le moellon à presque rien.

***

Ces dernières remarques font toucher du doigt pourquoi c'est le franc, et non le gramme ou le mètre, qu'il fallait retoucher : c'est que ces unités ne jouent pas pour tous les objets d'échange, et interviennent de façons variables suivant qu'il est question de pures longueurs (comme un trajet en chemin de fer ou péniche), de surfaces ou de volumes ; de plus, une plaidoirie ou une douzaine d'œufs ne s'évaluent par aucune des unités figurant au système métrique, en dehors de la monnaie, dont le caractère est la souplesse absolue dans l'adaptation à tout échange imaginable de denrées ou de services.

Maintenant, était-il indispensable de modifier sa définition? Le faire est un peu comparable à ce qu'aurait décrété un des derniers monarques, constatant qu'on bâtissait des maisons de plus en plus hautes, et décidant qu'à l'avenir un pied mesurerait une toise, ce qui permettrait à un immeuble de six étages de ne pas chiffrer sa hauteur par plus de toises que jadis une maisonnette du vieux Paris. Ici, l'on a suivi le mouvement de hausse des objets en décalant le franc. N'aurait-il pas été plus simple de continuer à définir le franc par son poids de métal argent laissé tel qu'il avait été fixé à la fin du XVIII[e] siècle? Le remplacement de l'argent par l'or comme matière de référence s'imposait-il, alors que la valeur relative des deux métaux depuis dix ans a certainement beaucoup moins varié qu'elle ne l'a fait au cours de l'histoire et même dans le XIX[e] siècle, où la définition légale du franc subsistait et ne l'empêchait pas d'être stable et reçu au pair dans plusieurs pays? Les compétences économico-socialo-financières répondent non à la première question, oui à la seconde. Inclinons-nous, et croyons au franc-or remplaçant le franc-papier qui a succédé au franc-argent ; non sans remarquer que ledit franc-papier n'ayant jamais eu d'existence officielle *distincte*, de dénomination propre reconnue, le franc-or succède réellement au franc-

Digitized by Google

argent en rognant des quatre cinquièmes celui-ci ; ce qui, du point de vue scientifique auquel nous nous plaçons, reviendrait à dire que le métal argent monnayé jadis a perdu les quatre cinquièmes de sa valeur par rapport à l'or : ce qui est notoirement faux, comme le montre la cote des métaux précieux. Il ne s'agit pas, je le répète, de discuter la consécration officielle de la faillite partielle du franc-argent, ceci est l'affaire des sociologistes ; mais de souligner la bizarrerie d'une transformation qui fait varier deux facteurs à la fois et conserve le même mot, appartenant à un répertoire de mesures scientifiques.

***

Ce qui, dans ce répertoire, différencie le franc des autres étalons, c'est qu'il n'est relié à des longueurs que par l'intermédiaire de deux substances : l'eau et l'argent (ou l'or). Toutes les autres unités que le gramme et le franc sont immatérielles, de pures conventions géométriques basées sur la longueur, et aussi les angles (les carrés et cubes supposant l'angle de 90°) ; le gramme fait intervenir une matière, l'eau, qui remplit un volume de dimensions déterminées, et le franc greffe sur cette unité complexe une nouvelle substance, le métal précieux. Il est donc beaucoup moins « pur » que les autres en tant qu'unité scientifique, et se prête à une double variation, en faisant varier sa masse et en faisant varier sa matière ; c'est pourquoi, à toute époque, il a été plus facile de « retoucher » la monnaie que des longueurs ou des poids. Les mots de *livre* et de *marc* désignent en principe des *poids* de métal précieux ; les souverains de tout temps et de tout pays, démocraties comprises, ont rogné dessus avec entrain et à mainte reprise, tout en gardant astucieusement le nom primitif et connu du peuple, comme l'a fait M. Poincaré. Il en est (Belgique, Autriche, Hongrie) qui ont cru devoir changer en même temps le nom de baptême en créant le belga, le schilling ou la pengoe ; ou au moins en préfixant la nouvelle unité, comme le Reichs-Renten-ou Gold-mark allemand. Cela ne change rien à la vie chère sans doute, mais c'était plus logique, du point de vue scientifique : si la Convention avait conservé le mot *toise* pour désigner le mètre, ou *livre* pour le mot kilogramme, il y aurait eu absurdité flagrante ; elle ne choque pas lorsqu'il s'agit de transformation d'unité monétaire à laquelle on semble attribuer, en vérité, une place en dehors du système métrique. L'idée d'un mètre en caoutchouc (proposé par de Pawlowsky, comme bien commode parce qu'on peut toujours lui faire donner des nombres ronds) fait rire tout le monde ; mais on trouve tout naturel d'avoir des francs variables. C'est cependant les objets mesurés — pièce de drap aunée au mètre, ou tableau de Picasso évalué en francs — qui sont indéfiniment variés et variables, et non les mesures.

Parler des « variations du pouvoir d'achat » de la monnaie pour des objets au cours du temps et au hasard des lieux, est une impropriété scientifique semblable à celle qui consisterait à dire : les « variations du pouvoir de métrage » d'une règle graduée, suivant qu'on l'applique le long du palais de Versailles ou d'une plaque photographique. Ce n'est pas la rondelle de métal précieux estampée par l'État qui voit son pouvoir varier, car elle n'est jamais qu'un intermédiaire, une transition immuable entre deux objets ou services primitivement réputés égaux : c'est l'un qui a pu varier par rapport à l'autre par suite de la raréfaction, de la demande publique, des progrès de l'industrie ; mais le disque monétaire, fiche inerte servant de récépissé permettant l'échange, n'a pas, scientifiquement parlant, de pouvoir d'achat. Il n'est, répétons-le, qu'un récépissé immuable, simplement plus difficile à détruire ou à contrefaire qu'un papier commercial. Il y a bien moins de cent ans, sous Louis-Philippe ou même Napoléon III, une montre très ordinaire coûtait 150 à 200 francs ; cette somme représentait six mois des gages d'une servante. Aujourd'hui, par suite des perfectionnements industriels et par suite des nombreux débouchés nouveaux détournant les femmes du service en maison bourgeoise, on a une montre de qualité au moins équivalente pour 50 francs, et c'est un mois de gages qui en représente 300 : on échange donc aujourd'hui six montres contre un mois de service, alors que jadis, il fallait six mois pour une seule montre. Le « pouvoir d'échange » du service bourgeois et de la montre a donc varié dans la proportion de 36 contre 1 ; mais l'horloger ou la domestique qui parleraient de la valorisation ou de la dévalorisation de l'argent en ce qui les concerne, commettraient une erreur absolue : cet argent n'est resté qu'un intermédiaire inerte consacrant un échange conclu de gré à gré ; et si l'un prétend que son « pouvoir d'achat » est tombé au dixième, l'autre pourra soutenir qu'il a monté au triple.

Mais les économistes pérorerent encore longtemps — sans être capables de prédire juste — avant d'admettre qu'une monnaie doit être, *est* une unité invariable comme les autres étalons de mesure de nature quelconque. C'est pourquoi, et en vertu du mot célèbre de lord Kelvin, l'économie politique est un art, mais pas encore une science, sauf naturellement pour ceux qui la professent.

X. DE PLUZIGREC-PLUSSÉ.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

LES TRAVAUX D'AMATEURS

La Reliure d'Amateur (suite) (1)

II. — Opérations préliminaires. Feuilles et formats

La reliure consiste essentiellement et avant tout (son étymologie, *religare*, ou *lier ensemble*, le dit) à coudre en un paquet indéformable et facile à ouvrir, les feuilles composant le livre. La couverture au moyen de deux plats de carton et d'un dos en toile ou en peau, n'est qu'une protection supplémentaire relativement accessoire, en tout cas secondaire dans l'ordre des opérations : il serait absolument inutile d'emboîter entre un dos et deux plats de carton un volume simplement broché; le simili-cartonnage ainsi obtenu ne durerait pas trois lectures.

Nous insisterons donc beaucoup sur la couture, qui doit être bien faite et solide. Mais auparavant, il y a quelques indications générales et préliminaires à donner, que beaucoup de personnes ignorent.

***

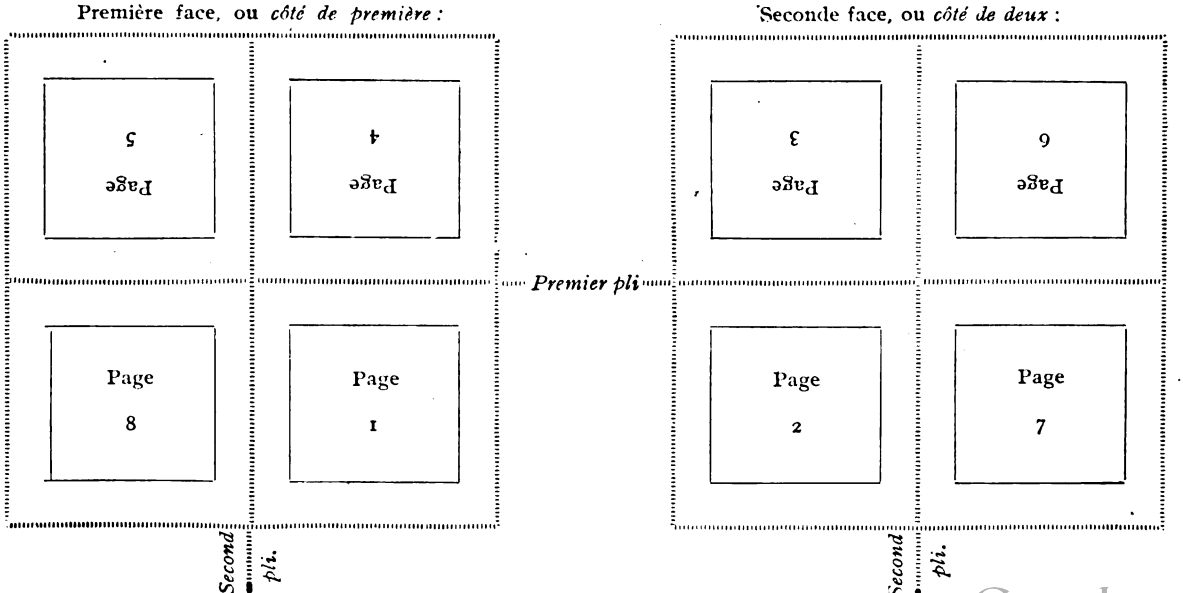
Un livre est en réalité formé non de *pages*, mais de *feuilles* beaucoup plus grandes et en nombre par conséquent beaucoup moindre; chacune de ces feuilles porte plusieurs (8 ou 16 le plus souvent) cases pleines de texte, et qui sont des pages du livre. On comprend, en effet, que si chaque page devait être imprimée isolément, *recto* et *verso*, un volume de 150 feuillets (ou 300 pages) exigerait 150 passages à la presse typographique. De plus, ces 150 feuillets séparés seraient fort difficiles à coller par le dos. On a parfois exécuté des ouvrages dont chaque page a été tirée isolément une fois composée : c'est que les dimensions de l'ouvrage devaient être énormes, celles d'une affiche environ, pour divers motifs (atlas anciens, albums d'estampes, etc. (2) ; de tels livres, bien peu maniables puisque leur surface est de l'ordre du demi-mètre carré, sont appelés des *in-plano*, et pour les constituer on colle chaque feuille sur *onglets*, c'est-à-dire sur des bandes de toile ou de fort papier pliées en deux, qui sont toutes reliées (le mot se présente de lui-même) ou cousues ensemble par leurs gouttières ou charnières, formant ainsi le dos d'un album dont les pages seraient tout en hauteur et n'ayant qu'un pouce de large.

Mais en dehors du cas exceptionnel des *in-plano*, chaque *feuille* de papier est destinée à fournir au moins quatre pages : il suffit qu'elle porte sur une de ses faces la composition des pages 2 et 3 côte à côte, et sur l'autre côté du papier les pages 1 et 4. Un passage dans la presse *à retiration*, ou deux dans la *presse en blanc* (qui n'imprime qu'une face à la fois), et il n'y aura plus qu'à plier la feuille par le milieu pour avoir un *cahier* de deux folios. La seconde feuille portera les pages 5 et 8 côte à côte sur une de ses faces, 6 et 7 côte à côte sur l'autre : et une fois pliée elle formera le cahier n° 2. Et ainsi de suite. Un livre imprimé de cette façon mesurera donc 54 centimètres sur 35 si la feuille à plat mesurait 70 cm. × 54 cm. : on dit qu'il est un *in-folio*. On comprend aisément que les *in-folio* sont des ouvrages fort grands encore ; aussi, n'en fait-on presque plus, et le mot sert-il surtout à évoquer dans l'esprit des gens l'idée d'un énorme volume, sans autre précision. Si le livre a 400 pages, il comprend 100 feuilles ou cahiers de deux folios chacun, et il a donc fallu 100 passages sous la presse à retiration, ou 200 (100 pour l'impression *verso*, 100 pour l'impression *recto*) sous la presse en blanc, seule employée pendant plusieurs siècles. La main-d'œuvre du tirage est donc diminuée de moitié.

Ce n'est pas encore assez, et l'on ne fait pour ainsi dire plus d'*in-folios*, en dehors des grands atlas et de collections d'ouvrages d'architecture ou analogues. Dans l'*in-quarto* — lui-même relativement rare — c'est quatre pages qui sont accolées côte à côte sur une face de la feuille, et quatre autres sur l'autre face. Après impression, on fera successivement deux pliures, qui transformeront la feuille imprimée en un cahier de quatre folios se tenant deux à deux par leurs petits côtés supérieurs. Pour que les huit pages du cahier se suivent dans leur ordre normal après ces deux pliages, les huit paquets de composition typographique devront être accolés dans le cadre (ou *forme*) qui les maintiendra dans la machine, selon la disposition suivante :

(1) Voir le numéro de septembre de *la Science Moderne*.

(2) On cite aussi un certain nombre de livres de dimensions tout à fait ordinaires, et qui ont été imprimés page après page par des amateurs travaillant clandestinement et avec une quantité très limitée de caractères typographiques et une toute petite presse à main.



Digitized by Google

Un instant de réflexion fera voir qu'après le double pliage on aura bien la succession normale des pages dans le cahier ; on pourra d'ailleurs s'en rendre compte en plaçant soi-même les chiffres de 1 à 8 ainsi que nous l'indiquons ci-dessus, sur un petit rectangle de papier, et en faisant à ce dernier deux plis perpendiculaires.

L'opération qui consiste à disposer dans l'ordre voulu les huit paquets de texte dans les deux *formes* où on les cale soigneusement, s'appelle faire l'*imposition*. L'imprimeur chargé de ce travail doit veiller à ce que les quatre paquets de la forme *verso* (face dite *de deux*) se superposent très exactement, lors de l'impression, aux quatre pages de la face *de première*, pages calées dans le cadre ou forme du *recto*. Ceci est une affaire de typographie, et le relieur ou le brocheur n'y peuvent plus rien une fois le tirage fait ; mais ce qu'ils peuvent malheureusement faire, c'est plier la feuille incorrectement, pas exactement suivant les médianes ou pas bien perpendiculairement : on a alors des folios voisins qui débutent à des hauteurs différentes dans leurs lignes de tête, ou dont les textes se présentent avec des inclinaisons déplorables. Quand cette malfaçon se présente dans un ouvrage broché, il faut, avant de le relier, couper le fil qui retient le cahier mal plié, libérer celui-ci, le déplier complètement à plat sur une table et refaire les plis correctement. C'est pourquoi il est bien préférable de donner à un relieur un ouvrage *non coupé*, dont tous les cahiers sont autant de feuilles encore intactes : si le lecteur avait coupé les pages avant de donner l'ouvrage à relier, il serait impossible de redresser le mauvais pliage fait par une brocheuse négligente. De là vient sans doute la réputation que l'on fait aux bibliophiles, de ne lire les livres que par le dos, si l'on en croit Barbey d'Aurevilly.

***

Un *in-quarto* imprimé sur une feuille 54 × 70^{cm} mesurera donc pour chaque page 27 × 35^{cm} ; les *in-quarto* sont donc des ouvrages encore respectables par leur taille, et exigeant pas mal de passages à la presse. L'*in-octavo* en demandera deux fois moins, car ses pages, deux fois plus petites (17,5 × 27 dans le cas de la feuille *jésus* prise comme exemple) sont groupées par huit à la fois sur une face, et huit sur l'autre : le cahier est formé en pliant une fois de plus que dans le cas de l'*in*-4°, et l'*imposition* est faite ainsi pour chacune des deux formes :

Côté de première (face *recto*) :

Page 5	Page 12	Page 6	Page 1
Page 4	Page 13	Page 16	Page 8
Pli III.	Pli I.	Pli III.	

Côté de deux (face *verso*) :

Page 7	Page 10	Page 11	Page 9
Page 2	Page 15	Page 14	Page 3
Pli III.	Pli I.	Pli III.	

Les intervalles en blanc qui séparent les pages ne sont pas égaux, pour des raisons typographiques (marge extérieure plus grande à établir). Nous passons d'ailleurs sur certains détails, et notamment sur la manière de plier rapidement et sans erreur, qui n'intéresse que la brocheuse (l'amateur n'aura pratiquement jamais à relier d'ouvrages livrés en feuilles à plat ; au surplus, rien ne lui sera plus facile que de les plier *secundum artem*, au prix d'un instant de réflexion). Mais il faut savoir, et nous aurions pu le dire dès l'*in-folio*, que pour assembler dans leur ordre et sans erreur les cahiers successifs, chacun porte, indépendamment des numéros des pages, un petit nombre imprimé dans le coin à droite et en bas, sous le texte, de la première page de chaque cahier : ce petit numéro de référence, destiné d'ailleurs dans le principe au typographe pour reconnaître d'un coup d'œil à quelle *forme* il a affaire, est appelé la *signature* de la feuille. Dans les livres antérieurs au XVIII^{e} siècle, les chiffres étaient remplacés par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*... On ajoute souvent aussi, du côté *gauche* inférieur de la même page initiale de chaque feuille, le titre abrégé de l'ouvrage ou le nom de l'auteur, pour renseigner immédiatement le typographe qui erre parmi les nombreuses formes garnies qui encombrent l'atelier, et où il risquerait de prendre celle d'un autre ouvrage en cours d'impression.

Ainsi, on pourra trouver ce petit chiffrage et le titre *la Science Moderne* dans les angles inférieurs des première, dix-septième et trente-troisième pages de chaque livraison de *la Science Moderne*, qui comprend chaque mois trois feuilles sans compter le petit texte ; elle est en effet imprimée en in-octavo. On comprend que le relieur peut très rapidement se rendre compte si l'ouvrage qu'il va coudre est bien complet et correctement « assemblé », rien qu'en jetant un coup d'œil sur les *signatures* successives chiffrant le début de chaque cahier. Précaution utile, car il n'est pas rare que la brocheuse ait sauté un cahier, ou ait mis deux fois le même, ou ait interverti l'ordre de ceux qu'elle assemble.

L'in-16, deux fois plus petit encore (c'est de beaucoup le format le plus employé), est obtenu en pliant une fois de plus la feuille, laquelle comporte 16 pages sur chaque face, donc 32 par cahier. Nous n'en donnons pas ici l'imposition, parce qu'en fait on n'assemble réellement 16 paquets consécutifs par côté de feuille que si la feuille est moyenne et le papier mince, quatre pliages étant assez pénibles à faire correctement : de plus en plus les *in*-16 ne sont que des demi in-*octavos* tirés par deux sur la même feuille, ce qui économise les frais de tirage. De même les in-*octavos* de grand format (double-couronne et au-dessus) portent de quoi donner deux cahiers séparés et consécutifs sur la même feuille. Le véritable in-16 devrait porter les signatures 1, 2 3, 4... au bas des pages 1, 33, 65, 97... L'in-32, dont les dimensions de page sont aux environs de 8 × 12^{cm}, aurait 64 pages par feuille, pliée cinq fois successivement, ce qui est difficile. On a imposé des in-64 et même des in-128 !

Il y a (surtout, il y a eu) aussi des in-12 et des in-1°. Ici, le cahier complet (24 ou 36 pages, qui ne sont pas des nombres puissances de 2) est en réalité formé d'un cahier de 16, 24 ou de 32, et d'un petit cahier supplémentaire de 8, 12 ou 4 pages, dit *encart* (un cahier de 4 pages, c'est-à-dire in-folio, est appelé carton). Il y a d'ailleurs plusieurs combinaisons possibles pour moser l'in-18, sur

Digitized by Google

tout le cahier de 24 pages avec encart de 12. L'encart porte la même signature que le cahier principal, mais suivie d'une astérisque ou d'une petite lettre. Tantôt il est introduit *dans* le pli médian du cahier principal, tantôt il lui fait suite ; la pagination suffira à guider l'amateur si tant est qu'il n'ait pas purement et simplement affaire à un volume assemblé et broché ; et nous n'insisterons pas. On trouvera sur le pliage de tous les formats les détails les plus complets dans le *Manuel du Relieur*, de J. LEMALE, récemment paru dans la *Bibliothèque professionnelle* (J.-B. Baillière), pages 30 à 51.

***

Ce qu'il faut retenir, c'est que — contrairement à l'opinion très communément répandue dans le public — le mot *format* ne désigne pas les dimensions du livre broché mais bien le nombre de plis que l'on a fait subir à la feuille. Si celle-ci avait invariablement une longueur et une largeur déterminées, par exemple 48 × 64^{cm}, l'indication du format donnerait automatiquement celle des longueur et largeur de chaque page : ainsi l'in-folio tiré sur une telle feuille mesurerait 32 × 48, l'in-quarto 24 × 32, l'in-octavo 16 × 24, l'in-seize 12 × 16, l'in-32 aurait 8 × 12 (1).

Malheureusement, il existe un fort grand nombre de tailles différentes pour les feuilles de papier d'imprimerie ; et c'est à proprement parler cette taille qu'on appelle le format. Il en existe ou a existé plus de quarante, caractérisées dans le principe par le dessin imprimé en filigrane dans la pâte : un raisin, un pot, un écu, une coquille, etc. ; d'où les noms encore employés. La feuille de papier *pot* n'a que 31 × 40^{cm}, tandis que le *Grand Monde* mesure 90 × 120^{cm}, soit une surface neuf fois plus grande ! L'indication « *in*-8 » *n'a donc aucun sens métrique si l'on n'ajoute pas le nom du format :* chose inconnue de bien des gens. L'in-8 colombier, par exemple, est plus grand que l'in-4 carré. De plus en plus, l'usage se répand d'indiquer les dimensions en centimètres de l'ouvrage.

Il y a cinq formats très couramment employés aujourd'hui, et deux ou trois (*cavalier, coquille, colombier*) assez fréquents. Les premiers sont, en les nommant par ordre de taille :

(1) Si l'on veut que tous ces formats présentent le même rapport entre la longueur et la largeur, il faut que les deux dimensions de la feuille soient reliées par la relation 1 sur $\sqrt{2}$. Ce n'est pas le cas dans l'exemple donné, où le rapport est alternativement 2/3 et 3/4. On a proposé cette règle pour la « normalisation » des dessins industriels.

Couronne.....	36 × 46 centimètres.	
Ecu	40 × 52 —	
Carré	45 × 56 —	(coquille : 44 × 55)
Raisin	49 × 64 —	(cavalier : 48 × 60)
Jésus	54 × 70 —	

Il faut ajouter que les dimensions réelles varient de 1 ou 2 centimètres, voire d'un pouce, suivant les fabriques et l'époque ou le pays où furent construites les machines à papier. On a souvent déploré cette multiplicité abusive des dimensions des feuilles, et proposé leur « normalisation », leur étalonnage précis en tous pays et l'adoption de deux types seulement ou même d'un seul, dont les pages imprimées seraient des huitièmes, seizièmes ou trente-deuxièmes, ce qui serait une grande commodité pour les relieurs et les bibliothécaires, qui se débattent actuellement dans une variété infinie de dimensions allant de demi en demi-centimètre. On oublie trop que les fabriques de papier sont pourvues d'innombrables machines installées, extrêmement coûteuses et que l'on ne peut jeter au rebut d'un jour au lendemain.

Quoi qu'il en soit, voici un tableau résumant les dimensions moyennes et approximatives des divers formats de livres pour les divers formats de papiers en feuille. Il est bien entendu que ces chiffres s'appliquent à ladite feuille venant d'être pliée en cahier, et non rognée : le rognage mécanique du volume lui fait perdre environ un centimètre en hauteur et un demi à un centimètre en largeur :

	In-4°.	In-8°.
Couronne	18 × 23	11,5 × 18
Ecu	20 × 26	13 × 20
Carré, coquille.....	22 × 28	14 × 22
Raisin	25 × 32	16 × 25
Double couronne	23,5 × 27	18,5 × 23,5
Cavalier	24 × 30 ou 31	15 à 16 × 24
Jésus	37 × 35	17 5 × 27
Colombier (variable)	31 × 42	21 × 31

	In-12.	In-16.	In-18.
Couronne.....	Sensiblement mêmes formats que l'in-8°, l'imposition seule différe sur la feuille.	9 × 11,5	(inus.)
Ecu		10 × 13	
Carré, coquille		11 × 14	9,5 × 15
Raisin		12,5 × 16	11 × 16
Double couronne ..		12 × 17,5	12 × 15
Cavalier		12 × 15,5 environ.	
Jésus		13,5 × 15,5	12 × 18
(Grand jésus ...		14 × 18	
Colombier (var.) ...		16 × 21 environ.	

(*A suivre.*)

EL. RUEILER.

Digitized by Google

CHRONIQUE DES LIVRES

R. BARDIN, ingénieur électricien, **La technique du bobinage des machines électriques.** 1 vol. in-16 de 72 pages avec 36 figures. (Desforges-Girardot, édit.). Prix : 6 francs.

Cet ouvrage étudie les différents modes d'enroulements qui se rencontrent dans les divers systèmes inducteurs et induits fixes ou mobiles. Jadis considérée comme très spéciale, la connaissance des divers types de bobinages est aujourd'hui devenue indispensable pour une foule de mécaniciens et praticiens de diverses industries, non seulement électriques, mais mécaniques, appelés à refaire ou réparer un enroulement défectueux ou grillé. Pour mettre l'essentiel de ces connaissances à la portée de tous, le petit livre de M. Bardin, riche en schémas très explicites, se garde de verser dans la théorie et de s'encombrer de formules : il ne prétend être qu'un guide pratique. Toutefois, et avec raison, le premierc hapitre est consacré aux notions essentielles sur les propriétés des courants alternatifs simples et polyphasés, ainsi que sur le courant continu.

Sont ensuite étudiés, en quatre chapitres : les enroulements utilisés dans les inducteurs et induits des dynamos à courant continu ; ceux des alternateurs monophasés et polyphasés ; ceux des moteurs à courant alternatif, et des transformateurs statiques. Enfin, la pratique de la confection de ces divers enroulements.

A.-E. BLANC, ingénieur électro-mécanicien, **Le chef mécanicien-électricien.** Tomes III, **Mécanique générale**, et IV, **Electricité générale.** Deux volumes in-16 de 664 et 607 pages, avec 420 et 230 figures. (Desforges-Girardot, édit.). Prix de chacun : 45 francs.

Ces deux ouvrages font partie d'un ensemble (débutant par l'étude des mathématiques) destiné à servir d'encyclopédie théorique et pratique de niveau relativement élémentaire et peu coûteuse, aux contremaîtres et chefs d'ateliers désireux de parfaire une instruction restée incomplète. Il n'est donc pas besoin de fortes connaissances préliminaires pour les suivre ; les formules et les raisonnements y sont aussi simples que possible, et de nombreux exercices accompagnent chaque chapitre. Le tome III passe successivement en revue la statique, la cinématique théorique et appliquée aux éléments des machines, la thermo-hydro, et Aérodynamique avec l'étude du froid industriel, enfin les résistances des frottements et des matériaux et l'étude graphique des constructions industrielles. Dans le tome IV, on étudie les lois de l'électricité, l'électromagnétisme, les mesures, les piles et transformateurs, puis les dynamos et alternateurs, pour arriver ensuite à l'utilisation des courants : éclairage, distribution de l'électricité, télécommunications.

D. WOLKOWITSCH, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, **Applications de la géométrie à la stabilité des constructions.** 1 vol. in-16 de 304 pages avec 87 figures. (G. Doin, édit.). Prix : 30 francs.

Ce n'est pas un simple traité de statique architecturale; comme le souligne M. Maurice d'Ocagne dans la préface et comme le spécifie le titre, l'auteur a voulu réagir contre l'emploi dominant de l'analyse dans l'étude de la stabilité (surtout des systèmes hyperstatiques), en véritable géomètre.

Les trois premiers chapitres sont consacrés au rappel des connaissances géométriques indispensables et enseignées à l'élève-ingénieur, mais que l'industriel mûri a plus ou moins oubliées. Le chapitre IV aborde alors l'étude de l'ellipse d'élasticité et du poids élastique. Le suivant étudie la déformation des systèmes isostatiques, le chapitre VI la poutre à deux extrémités encastrées. Les deux derniers étudient d'une façon intéressante par la voie géométrique le problème général si important de la poutre continue.

L'application de ces méthodes aux pièces courbes et aux arcs doit faire l'objet d'un second volume, qui sera intéressant à suivre.

Colonel EDWARD L. MUNSON, traduction LOYS MOULIN, **Le maniement des hommes.** 1 vol. in-18 de 306 pages (de la *Bibliothèque de Philosophie scientifique*) (E. Flammarion, édit.). Prix : 12 francs.

Précédé d'une longue introduction (39 pages) par le traducteur, cet ouvrage dû à l'« organisateur et animateur des services d'action morale dans l'armée américaine », consacre la majeure partie de ses dix-huit chapitres à des considérations sur la discipline et l'autorité dans le milieu militaire ; quelques-uns sont réservés à des généralités psychologiques, le dernier sur le milieu industriel. Il y a bien des pauvretés et des lieux communs exposés sans grande précision ni personnalité. Cependant, on trouvera dans les généralités souvent assez creuses qui rendent le livre flottant et diffus, des remarques justes et intéressantes.

EDM. HOPPE, professeur à l'Université de Göttingen, **Histoire de la Physique** (traduction H. BESSON.) 1 vol. in-8 (Payot, édit.). Prix broché : 90 francs.

Ce volumineux ouvrage aborde un bien vaste sujet, et révèle une grande érudition chez son auteur, qui lui a consacré une bonne partie de sa vie. Il s'arrête délibérément à 1895, d'où l'on peut dire que part la physique moderne, avec les rayons X, le radium, l'effet Zeemann, les quanta, l'ion et l'électron, la relativité, les états de la matière aux grands froids et aux très hautes pressions, les vides poussés, les spectres aux très hautes températures, la structure de l'atome et le mécanisme de son affinité, etc. Il en résulte cet effet un peu bizarre que Curie n'y est cité que pour la piézo-électricité et Kammerlingh Onnes pour un travail de jeunesse sur le pendule. Mais en somme, l'idée de l'auteur est juste, et l'on doit désirer qu'il donne en un second volume l'histoire — beaucoup plus difficile, — de la physique depuis un tiers de siècle.

Deux tables, l'une des matières, l'autre des auteurs, terminent l'ouvrage. 34 pages seulement, ce qui nous paraît peu, sont consacrées aux Grecs, aux Arabes et Persans et au Moyen Age. Le reste, sous la désignation de Temps Modernes, est divisé en quatre parties : mécanique et principes généraux, chaleur, optique, électricité.

Digitized by Google

Le lecteur français est un peu étonné de n'y voir même pas cité, par exemple, le nom de Roberval.

A. LEFÈVRE, ingénieur, **Pour l'ajusteur-mécanicien**, 2e *édition*, 1 vol. in-16 de 108 pages avec 171 figures (Dunod, édit.). Prix : 18 francs.

La nouvelle édition de cette intéressante et originale collection de petits trucs et tours de mains est modifiée et enrichie de procédés nouveaux et précieux. Le livre est composé de dix chapitres, traitant successivement : des métaux, des mesures et traçages, de l'outillage, des procédés travaillant le métal par refoulement, par sectionnement et forage, par usure, des traitements thermiques, des traitements chimiques, enfin du montage, du démontage et des réparations.

AUG. LUMIÈRE, membre correspondant de l'Académie de médecine, **La vie, la maladie et la mort. Phénomènes colloïdaux**. 1 vol. in-8 de 520 pages. avec 55 figures et planches. (Masson, édit.).

L'auteur y développe et soutient les diverses applications à la biologie de sa grande idée générale sur le mécanisme de la vie et de la mort du protoplasma et des humeurs : la mécanique des colloïdes peut seule expliquer le métabolisme, les états pathologiques les plus divers, la sénescence si invariablement et inexplicablement obligatoire, et enfin la mort, non moins inévitable. Des idées très fécondes, déduites et reliées entre elles avec une incontestable logique et sans se contenter de simples affirmations ou d'appellations trompe-l'œil, y sont agitées. Pour l'éminent biologiste-chimiste lyonnais, la floculation micellaire est la seule cause, la seule clasie sanguine, des altérations. L'étude du processus floculaire explique l'anaphylaxie et d'une façon plus générale le fait. singulier au premier abord, qu'une extrême dilution de substance d'ailleurs non toxique (sulfate de baryum par exemple) puisse déterminer des clasies foudroyantes, la substance introduite ayant joué le rôle de germes centres de maturation ou agrégation micellaire. L'auteur insiste particulièrement sur l'immunité du granule micellaire, d'où il tire des conséquences nombreuses et variées : la non-colorabilité du protoplasma vivant, la constance de la composition des tissus et liquides humoraux de l'organisme, l'impossibilité de modifier le métabolisme cellulaire par des substances médicamenteuses, la nécessité de laisser floculer par début de coagulation les protéines avant qu'elles deviennent digérables, etc.

L'ouvrage est divisé en quatre parties, chacune des trois premières formant deux chapitres. La première, d'une soixantaine de pages, traite des états colloïdaux de la matière et de la maturation. La seconde (50 pages), de la nature et de l'origine des colloïdes chez les êtres vivants et de leur évolution. La troisième (100 pages), de la destruction de la structure colloïdale par floculation humorale et de ses rapports avec les phénomènes pathologiques. Dans la quatrième partie, de beaucoup la plus longue (300 pages, 9 chapitres), l'auteur étudie longuement les applications très séduisantes de sa théorie aux états pathologiques : chocs traumatiques et morbides, accidents sériques, immunité, maladies chroniques. L'érudition de l'auteur et sa courtoisie envers ses contradicteurs ne sont pas les moindres qualités de son livre contribution de grande valeur aux essais encore bien rares de mécanique biologique que l'on ait osé tenter.

A. METZ, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, **Temps Espace, Relativité** (2e *édition*). 1 vol. in-16 de 212 pages (G. Beauchesne, édit.). Prix : 15 francs.

M. Metz, connu comme l'un des einstéiniens orthodoxes (et beaucoup, adversaires ou adeptes du savant allemand, ont été convaincus d'incompréhension par lui-même dans un autre livre), a rassemblé dans ce livre une esquisse des principes de la Relativité particulière et générale, rédigée avec le maximum admissible de simplicité, mais surtout de méthode et de cohérence. Des chapitres courts et nombreux (27), divisés en très courts paragraphes numérotés et porteurs de sommaires liminaires ; des comparaisons simples et frappantes, mais réellement applicables aux cas envisagés, et non pas des exercices brillants d'imagination tombant à côté de la difficulté qu'ils sont censés interpréter et éclairer. Les chapitres où M. Metz fait comprendre au lecteur ce qu'il faut entendre par courbure de l'espace, et comment dans un tel espace les lois géométriques des espaces plans changent complètement, sont parmi les meilleurs. Une bonne bibliographie, qui ne saurait, évidemment, prétendre à être complète et qui, d'ailleurs, aurait eu bien tort de l'être, complète l'ouvrage.

SAUVAIGO, secrétaire général de la Société d'agriculture de Buenos-Ayres, **Les cultures sur le littoral de la Méditerranée**, 1 vol. in-16, de 478 pages avec 204 figures (de la *Bibliothèque des connaissances utiles*). J.-B. Baillière et fils, édit. Prix, broché, 15 francs.

C'est la troisième édition de cet ouvrage bien connu et très estimé, qui passe successivement en revue, en parties distinctes, les plantes décoratives, c'est-à-dire cultivées pour leurs fleurs, les plantes à fruits, celles à parfums et les potagères. Les renseignements nombreux et précis que donne ce livre sont applicables non seulement au midi de la France, mais à tous les pays du bassin méditerranéen.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUES ET ACTUALITÉS

TRANSPORTS

Les dépenses des compagnies de chemins de fer. — On lit dans la *Chronique des Transports* du 25 septembre 1928, sous le titre : « Les dépenses des compagnies de chemins de fer » :

« Si l'on envisage l'ensemble des dépenses de toute nature supportées par les compagnies en 1927, on constate que, au cours de cette année, les compagnies ont travaillé :

Pendant *quatre mois et demi* pour payer les salaires du personnel du statut, et deux jours seulement pour les traitements du personnel hors statut ;

Pendant *un mois* pour payer les dépenses de combustibles ;

Pendant *deux mois et demi* pour payer les autres dépenses d'exploitation (dépenses d'entretien ou de réparation, etc.) ;

Pendant *deux mois* pour le paiement des impôts d'État ;

Pendant *un mois et demi* pour les intérêts à payer aux obligataires et porteurs de bons ;

Pendant *quinze jours* pour les dépenses d'amortissement ;

Enfin, pendant *quatre jours* pour le dividende des actionnaires et *à peine une heure* pour la rémunération des conseils d'administration ».

Le nombre des automobiles dans le monde. — La statistique des véhicules automobiles est rarement bien faite, et ne peut être fort précise parce que beaucoup de voitures changent de pays, se démolissent ou sont immobilisées. Contributions, douanes, offices du travail, établissent leurs comptes d'après des points de vue différents, et il faut comparer et discuter de nombreux documents assez hétérogènes pour en tirer des probabilités statistiques qui ont des chances suffisamment près de la vérité. Il nous semble que l'un des travaux les mieux faits et les plus sérieux sur la question est celui qu'a récemment publié la *Revue des Combustibles liquides*. On le comparera avec intérêt à celui que nous avons donné dans notre dernier numéro, p. 100 *. Elle trouve pour l'année 1927 le nombre de 27 millions et demi, dont un peu plus de 22 aux États-Unis, 984 000 en Grande-Bretagne et 900 000 en France. En 1926, d'après la même source, il y en avait 23 millions et demi (plus 2 millions de camions), et en 1925 environ 20 750 000, avec moins de 3 400 000 camions. L'accroissement serait donc de 3 à 4 millions de véhicules par an, soit 10 000 par jour.

Sur cette fabrication, la majeure part revient de loin aux États-Unis : 4 millions en 1927, nombre inférieur à celui de 1925, qui était de 4 315 000 ; alors que la France, qui occupe le second rang comme production, est en augmentation : 200 000 contre 184 600 en 1925. La Grande-Bretagne vient en troisième rang avec 190 000 voitures construites en 1927, également en augmentation sur le chiffre de 1925 (168 000 voitures). L'Allemagne vient loin derrière (54 000 véhicules), après l'Italie. Elle n'aurait d'ailleurs qu'un tiers des voitures que l'on compte en France : 318 000, soit une pour 196 habitants. La France, qui serait, avons-nous dit, la troisième comme nombre absolu de véhicules (la statistique reproduite dans notre dernier numéro d'après les *Commerce Reports* de Washington, la classait aussi troisième), occupe le même rang si l'on considère le rapport du nombre des voitures à celui des habitants : une par 43 habitants, sensiblement autant qu'en Angleterre (1-45), venant après les États-Unis (1 pour 5 habitants) et le Canada (1 pour 10). On voit qu'aux États-Unis il y a en chiffre rond une auto pour chaque famille ; dans l'U. R .S. S., il y en a une par 7 000 habitants ! Et c'est un pays riche en pétrole et pauvre en chemins de fer, sans montagnes, donc tout indiqué pour l'automobilisme. Encore que l'auto ne fasse pas le bonheur, il est douteux que le camarade moujik ait lieu de préférer son sort à celui de l'ouvrier américain salarié par les capitalistes bourgeois des U. S. A.

Si la France est le second constructeur du monde, elle en est également le second exportateur ; en 1927 elle a exporté neuf fois plus de voitures, représentant une valeur douze fois plus grande, qu'elle n'en a importé : 46 800, surtout en Espagne et en Angleterre, contre 5 109 importées, surtout d'Italie. Encore ce chiffre avait-il été dépassé en 1926 et surtout en 1925, années où le cours du franc rendait les achats avantageux pour les étrangers ; mais il est remarquable que si le nombre des voitures exportées avait été beaucoup plus grand (54 675 et 58 982), le poids de ces envois avait été notablement plus faible ; on demandait sans doute à la France la voiture légère plutôt que la grosse voiture, à cette époque triomphe de l'industrie américaine. Seule la Suisse a accentué ses demandes en 1927 par rapport aux années précédentes. Il est également remarquable que l'importation des voitures américaines en France ait été en 1926 plus que double que celle de 1927 (2 905 contre 1 282) malgré le change désavantageux pour nous ; au premier abord il semble que ce soit ce succès de la voiture américaine il y a deux ans — succès reconnu — qui ait incité nos constructeurs à s'inspirer de son genre ce qui permit d'en réduire ensuite l'importation ; mais à la réflexion on se rend compte que ces importations furent faites par des Américains fixés ou voyageant en France, qui, possesseurs de dollars à cinquante francs, purent faire venir de leur pays des voitures à leur goût. L'Italie, dont la monnaie suivait de plus près la nôtre, expédia en 1926 un tiers moins de voitures en France (2011) qu'en 1927 (3049).

Quant aux véhicules lourds, la France en exporta de 1925 à 1927 un nombre croissant lentement, mais régulièrement, nombre à peu près égal à ce qu'elle en recevait de l'étranger (sauf en 1926, où l'importation diminua des deux tiers).

Ajoutons que la France est un des pays — peut-être, même le pays — où l'augmentation du nombre des véhicules a été le plus considérable et le plus rapide : de 585 000 voitures en 1925 à 900 000 en 1927, on a un doublement en trois ans, car le million était sans doute dépassé à la fin de 1928.

Digitized by Google

Oui, mais la place, dans Paris au moins (rues et garages) et l'essence française?

Courses d'autos de jadis et d'autrefois. — M. H. Marchal donne dans l'*Ingénieur-constructeur* une intéressante étude d'ensemble sur l'évolution de la course automobile, de la formule imposée et des résultats qui s'en suivirent pour l'industrie. Rappelons d'abord les grandes courses des dix premières années, où la seule formule consistait (et encore, pas dans les toutes premières compétitions) dans la limitation de la voiture au poids d'une tonne, avec tolérance de 7 kilogrammes pour la magnéto.

En 1898, Charron gagne Paris-Amsterdam à 36 de moyenne.

En 1899, Tour de France, René de Knyff gagne à plus de 50 de moyenne.

En 1900, c'est Paris-Toulouse-Paris, gagnée par Levegh sur Mors, à la vitesse formidable pour l'époque, de 65 de moyenne.

En 1901, la vitesse augmente encore, et Henri Fournier gagne Paris-Berlin à 80 de moyenne.

L'année suivante marque l'apparition des petites voitures (petites pour l'époque, s'entend), et c'est dans Paris, Vienne la victoire de Marcel Renault, en voiture légère à 98 de moyenne, et de Henri Farman, en grosse voiture.

1903. C'est Paris-Madrid, de sinistre mémoire ; la course est arrêtée à Bordeaux, but de la première étape. Le vainqueur en grosse voiture est Gabriel, sur Mors, à 100 à l'heure, et en voitures légères, Louis Renault.

C'est à la suite de la mort de Marcel Renault à Couhé-Vérac que la course sur route libre fut reconnue désormais impossible et qu'on en vint aux circuits sur route gardée : aux Ardennes en 1904, en Auvergne en 1905, Théry et sa Richard-Brasier firent preuve d'une admirable régularité en prenant quatre fois de suite la première place dans les éliminatoires françaises, puis dans la course internationale pour la coupe Gordon-Bennett, contre les redoutables Mercédès. Mais le règlement continuait à ne pas changer pour la voiture.

Jusqu'en 1905, on avait couru en « formule libre », parce qu'on ne savait guère quelle réglementation technique imposer ; les années qui suivent, on cherche la bonne, et les règlements varient tous les ans : poids maximum, consommation, alésage. Mais ce qu'il est curieux de comparer à celles d'aujourd'hui, ce sont les cylindrées des moteurs.

En 1906, le 4 cylindres Renault fait 12 litres 800.

En 1907, le moteur de la Fiat fait 15 litres 214.

En 1908, le 4 cylindres Mercédès fait 12 litres 800.

Les vitesses obtenues étaient environ 110 à l'heure de moyenne.

***

Les idées nouvelles — l'ère moderne — virent le jour lors de la fondation du Grand Prix de l'Automobile-Club de France, disputé pour la première fois sur le circuit de Dieppe en 1912. Il n'est pas douteux que la nouvelle tendance est tracée par M. Robert Peugeot, qui dans la nouvelle voiture, qu'il conçut et qui fut magistralement maniée par Georges Boillot (« peut-être le meilleur coureur qui ait jamais existé », opine M. Marchal), réunit du premier coup la plupart des solutions restées absolument classiques depuis quinze ans.

« On aura une petite cylindrée pour l'époque : 7 lit. 600 (le plus proche concurrent a 14 litres) ; le moteur tournera à 3 000 tours-minutes au lieu de 1 500. On graissera sous pression au lieu de l'antique barbotage ; le cône cuir donnera sa place à l'embrayage par disque ; la boîte aura quatre vitesses à double baladeur modernisant le baladeur unique ; la transmission à cardan éclipsera à tout jamais la transmission par chaîne ; la poussée se fera par les ressorts au lieu de tendeurs ; les ressorts seront droits, contrairement aux ressorts de calèches ; enfin les roues amovibles feront leur début, évitant le démontage des pneus. La voiture n'est qu'un ensemble de solutions nouvelles dès les premiers essais, tous les espoirs sont autorisés. » (A. BOILLOT.)

Cette prescience était d'autant plus remarquable que le constructeur n'était pas condamné à la petite cylindrée, concourant dans la catégorie « formule libre ». La voiture de Boillot, partie avec un quart d'heure de retard à cause de ses bougies noyées par la pluie, « remonta » tout le lot des concurrents, dont les redoutables Fiat, avec une parfaite régularité.

Le moteur était un 4 cylindres 110 × 200 (4 soupapes par cylindre, diamètre 55 millimètres), bougie au centre. Les soupapes, dans le fond du cylindre, sont inclinées à 30°. Arbres à cames en dessus, mais commandés par pignons coniques. Il était prévu des poussoirs entre les cames et les soupapes.

Les pistons en acier ont leur fond doublé de cuivre rouge.

La puissance de ce moteur était de 175 CV à 2 400 tours, c'est-à-dire 9,6 CV au litre à 1 000 tours.

C'est avec cette voiture que Goux devait gagner le Grand Prix d'Indianapolis en 1913.

A ce même Grand Prix de 1912, la Sunbeam de Rigal, bien qu'elle n'ait que 3 litres de cylindrée, ne met que 27 minutes de plus que Wagner sur Fiat avec ses 14 litres pour couvrir les 1 540 kilomètres de l'épreuve.

C'était, joint à la victoire de Peugeot, un avertissement suffisant pour bien faire comprendre que les grosses cylindrées avaient vécu.

En 1913, le Grand Prix de l'A. C. F. est à la consommation, on accorde 20 litres aux 100 kilomètres, le poids du véhicule étant compris entre 800 et 1 100 kilogrammes. La course a lieu à Amiens et Boillot gagne sur Peugeot à la moyenne de 116 à l'heure et avec une consommation de 17l,500 aux 100 kilomètres.

Au Mans, la même année, au Grand Prix de France, Guyot gagne sur Delage avec un 4-cylindres de 105× 180, battant les Mercédès qui avaient un 6-cylindres de 120 × 140.

Ce moteur était un 4-cylindres 105 × 180, de 6l,200 ; vilebrequin en 4 pièces avec 5 paliers sur roulements à billes de 100 × 180. Chaque cylindre étant considéré comme un mono pour l'équilibrage. La *culasse à turbulence* apparaissait, avec 4 soupapes horizontales par cylindre — Bougie au centre.

La puissance développée était de 120 CV à 1 800 tours, c'est-à-dire 10,8 CV au litre à 1 000 tours et la consommation de 190 grammes au cheval-heure.

(Il est intéressant en citant ces chiffres de rappeler que nous parlons là de 1913.)

La consommation du moteur de la voiture de Guyot au Mans fut de 16l,400 aux 100 kilomètres, et il est probable que jamais meilleure consommation n'a pu être constatée en courses de vitesse.

Digitized by Google

Quant à la Peugeot de 1913, elle a encore, comme en 1912, un moteur à soupapes en tête, dans le fond du cylindre. La puissance de ce moteur était de 130 CV à 2 400 tours, soit 9,6 CV au litre à 1 000 tours. La consommation la meilleure était obtenue un peu au-dessous de la puissance maximum et était de 190 grammes au cheval-heure environ : exactement 111 chevaux pour 29 litres à l'heure.

Le Grand Prix de 1914 est le premier qui fut couru sous le règlement à la cylindrée, qui était limitée à 4l,500. Les moteurs tournent plus vite que les années précédentes. On atteint les 3 000 tours-minute, mais la puissance au litre à 1 000 tours reste sensiblement la même, puisque la Peugeot développe 120 CV à 2 500 tours, ce qui, pour 4l,500 donne environ 10,6 CV.

A noter sur ce moteur que, pour la première fois, les soupapes d'admission sont plus grandes que celles d'échappement, les diamètres respectifs étant 50 et 40 millimètres. Un fait important à ce Grand Prix de Lyon, est l'apparition en course des freins sur les roues avant. (Delage, avec le système Perrot, Peugeot et Fiat avec des freins Isotta-Frachini). A signaler également que le moteur des Delage avait des soupapes à commande desmodromique.

Cette année 1914, un moteur remarquable avait été réalisé par l'ingénieur W. Lestienne, chez Corre La Licorne, pour la Coupe de *l'Auto*, qui devait être courue au mois d'août. C'était un 4 cylindres de 60 × 123, soupapes en tête. Les arbres à cames au lieu d'être au-dessus des soupapes, comme dans les Peugeot, avaient été conservés dans le carter, mais avec cette particularité que les tringles au lieu de pousser, comme dans la solution classique, tiraient sur des leviers qui ouvraient les soupapes ; on obtenait ainsi des attelages légers qui permettaient de tourner vite. La puissance obtenue était de 35 CV, ce qui, pour une cylindrée de 1 400 donnait 25 CV au litre, résultat remarquable pour l'époque.

Lors de la reprise des courses après la guerre, la 3 litres Ballot est une 8-cylindres qui tourne plus vite, puisque le régime devient 3 500. La puissance atteint déjà 32 CV au litre, celle ramenée à 1 000 tours restant toujours aux environs de 10. Encore en 1921, à la Coupe Internationale des voiturettes au Mans, les 1l,500 Talbot marquent un nouvel accroissement de la vitesse angulaire. Ici on tourne à 4 500 tours et la vitesse correspondante est 158 kilomètres à l'heure.

Le moteur est traité comme les Sunbeam d'aviation, c'est-à-dire tout en aluminium avec cylindres fourreaux emmanchés lisses. Les sièges de soupapes sont en bronze. Paliers et bielles lisses sur antifriction. Graissage par deux pompes à huile. Réservoir auxiliaire. Particularités de la voiture : freinage très efficace sans servo. Le poids en ordre de marche étant de 520 kilogrammes, il y a 4 freins de 380. A l'avant, les ressorts sont sous l'essieu et les freins, du type Isotta, ont leur levier dirigé vers le bas pour augmenter l'efficacité du freinage.

En 1922, la cylindrée des Grands Prix est 2 litres. La vitesse des moteurs reste sensiblement la même, et le 6-cylindres Fiat donne 84 CV à 4 600 tours, soit 42 CV au litre. Particularité : roulements à rouleaux aux bielles.

L'année 1923 voit encore la puissance s'accroître, on dépasse 50 CV au litre, 54 CV exactement, puisque le moteur de la Sunbeam due à l'ingénieur Bertarione, et gagnante à Tours, donne 108 CV à 5 200 tours. Fiat court à Tours avec un moteur suralimenté par un compresseur soufflant dans le carburateur. La Fiat est nettement plus rapide que la Sunbeam non suralimentée, mais les reprises sont moins bonnes, et la moyenne est sensiblement la même.

Dans les admirables Delage 1927, conduites par Benoît, le couple maximum est entre 4 000 et 4 500 tours. A 4 500 la puissance est 118,5 CV, et la pression moyenne de 16 kilogrammes.

Malheureusement, une telle puissance coûte cher, et les consommations sont assez élevées. Le minimum est vers 5 000 tours, avec 275 grammes. A 6 000 tours, on consomme 285 grammes.

Pour bien se rendre compte des progrès réalisés *depuis la guerre* en vitesse maximum, on peut établir un parallèle entre trois voitures de même cylindrée : 1l,500. En 1919, Collomb sur Licorne fait 108 à l'heure. En 1921, Thomas, Seegrave et Guiness sur Talbot font 160, et enfin, en 1927, les Delage dépassent le 200.

Toute l'histoire de ces rapides progrès tient dans la formule : « Augmentation de la vitesse angulaire ». Tout en découle : progrès de vitesse des voitures, du freinage, de la tenue de route, des matériaux métallurgiques, des pneumatiques et de tous les accessoires sans exception. Le gros avantage pratique est que tous ces progrès ont eu leur heureuse répercusion dans la construction de série.

GÉNIE CIVIL

Constructions rapides en béton armé. — On reproche parfois au béton armé de demander trop de temps pour l'exécution. La vérité est que tout entrepreneur, en n'importe quelle spécialité, est invariablement en retard sur les délais prévus. Le journal le *Constructeur de Ciment armé* donne deux exemples de rapidité dans la construction faite au moyen de ce matériau.

Comme record de « lenteur », un grand quotidien anglais cite la construction du bâtiment Northern Ontario Building à Toronto, qui, comprenant 16 étages, couvrant 743 mètres carrés de sol, construit entièrement en ciment armé, y compris les murs fut exécuté, à raison d'un étage par semaine, c'est-à-dire de 124 mètres carrés de surface de plancher par jour. Mais il y a mieux. Le Royal Liver Building de Liverpool, qui s'élève à 110 mètres au-dessus du niveau des fondations et couvre une surface de 4 500 mètres carrés, fut exécuté à raison de 230 mètres carrés de surface de planchers par jour.

Le Heid Loft Building, immeuble de huit étages, qui vient d'être construit à Philadelphia et qui couvre une surface de 960 mètres carrés environ, a été achevé huit mois après la signature du contrat, et dans ce laps de temps sont compris les mois de décembre, janvier et février durant lesquels le froid interdit le bétonnage. Tous les travaux de démolition des anciennes bâtisses ainsi que de terrassement furent aussi exécutés durant cette période. Les fondations furent achevées six semaines après l'ouverture du chantier, et tous les travaux en ciment armé de la superstructure, trois mois plus tard. Le reste du temps contractuel fut consacré aux travaux de menuiserie et d'aménagement intérieur.

Procédé original d'abaissement d'un plancher. — La même Revue rapporte, d'après le *Ferro-Concrete*, le curieux travail suivant :

La plate-forme en ciment armé destinée à l'orchestre dans le grand hall du casino de Saint-Pétersbourg en

Digitized by Google

Floride devant être abaissée de 45 centimètres, ce travail fut exécuté de la façon originale suivante :

Cette plate-forme mesurait en plan $5^m,45$ sur $6^m,10$ et son poids était de 19 tonnes environ. Elle fut soutenue par 9 crics durant l'arasement de la maçonnerie au niveau exigé ; puis, les crics furent remplacés par autant de blocs de glace qui, en fondant, permirent au plancher de s'affaisser avec assez de régularité. Les blocs de glace mirent trente-six heures à fondre et durant l'opération il fut nécessaire de remplacer certains d'entre eux à quatre reprises, et vers la fin, le plancher ne reposait plus que sur quatre blocs, placés aux quatre angles. Si on avait pu prévoir que le plancher aurait pu porter sur ses seuls angles, l'opération aurait pu être effectuée en douze heures seulement. De toute façon, même en trois jours de temps, ce travail présente un record de rapidité et d'économie, incomparables avec le temps qui aurait été nécessaire et les frais qu'il aurait fallu engager pour la démolition et reconstruction du plancher. Il apporte en outre une nouvelle preuve de la facilité avec laquelle le béton armé se prête à tous les genres de travaux, grâce à son monolithisme et à sa grande résistance à toutes les combinaisons d'efforts possibles.

MÉCANIQUE

Les voitures de chemin de fer sur roulements à billes ou à rouleaux. — Vers 1915, à la suite de nombreux chauffages de boîtes à huile du type ordinaire, les chemins de fer suédois firent monter 50 wagons à 3 essieux de 45 tonnes en charge, sur roulements à billes. On constata à l'expérience la disparition de tout échauffement, la diminution de l'effort de traction et diverses supériorités éminentes sur les roulements à *coussinet*, comme il était facile de le prévoir. Toutefois les billes, même de très haute qualité, ne présentant pas de résistance suffisante à l'usure, furent remplacées par des rouleaux appropriés.

En France un effectif total d'environ 60 voitures a été aménagé par l'Est, le Nord, l'Orléans, le P. L. M. et l'État. Un réseau américain a équipé 180 voitures très lourdes. Les modèles mis aux essais sont généralement ceux de la Svenska Kullager Fabriken. Ces modèles, tout en présentant de grands avantages, par exemple (outre ceux précédemment énoncés) suppression de l'usure des axes, facilité de démarrage, réduction des opérations de graissage, n'apportent cependant qu'une économie de 13 p. 100 à l'effort de traction au régime normal. L'étude détaillée du mécanisme montre en effet qu'il existe encore un frottement de glissement considérable entre les diverses pièces du roulement.

Les travaux de Haton de la Goupillière, Reuleaux, de M. le professeur Kœnigs, de M. le professeur Lecornu et de l'ingénieur P. Massot, sur la théorie des frottements, permettaient d'espérer la conception d'un mécanisme supprimant totalement le glissement aux essieux, pour ne conserver que le roulement et le picotement. Un savant français aurait mis au point un type de boîte à rouleaux, pour hypercharge, annulant tout frottement de glissement consécutif aux réactions soit verticales, soit horizontales. L'effort de traction serait de ce fait réduit de 87 p. 100 en régime normal.

CHIMIE APPLIQUÉE

L'alcool absolu industriel. — L'alcool, s'il présente des défauts comme carburant, peut cependant être précieux comme tel s'il est mélangé avec certains autres ; malheureusement, il faut pour cela qu'il soit à peu près complètement dépourvu d'eau. Pour bien d'autres emplois, d'ailleurs, l'industrie en réclame à un titre supérieur à 99° et même 99°5. Depuis que les procédés de synthèse en partant du charbon et de l'eau se précisent peu à peu et arrivent à l'obtenir à un prix abordable, l'intérêt pour les alcools d'industrie augmente beaucoup. Alors que jusqu'à ces dernières années il était illusoire de parler de lui comme « carburant national » par exemple, puisqu'on ne l'aurait obtenu en abondance suffisante qu'en annihilant la fabrication du sucre, et qu'au surplus sa préparation aurait exigé une quantité de charbon qui mettait sa valeur motrice à trop haut prix.

Les procédés de déshydratation intégrale de l'alcool commercial sont nombreux, et *la Science Moderne* en a jadis donné une idée dans un article. L'un des derniers venus est le procédé Merck. D'abord accueilli avec une certaine défiance au sujet des résultats annoncés, il paraît affirmer rapidement sa valeur. Comme la plupart des autres, il est basé sur la théorie des mélanges azéotropiques (un mélange déterminé et fixe qui se forme lors de la distillation peut, additionné d'un troisième corps, donner un mélange plus volatil que les constituants). Les procédés Merck déshydratent l'alcool à 94° par la chaux vive sous pression : 100 litres mélangés à 25 kilogrammes de chaux sont à 99°9 après une heure seulement sous 2 atm. 5, soit à 116° ; alors qu'à 80° et à la pression normale il faut quatre heures. La réaction étant fortement exothermique entraînerait une perte de l'alcool de 2 et demi p. 100.

Une heureuse création française. — On sait que la parfumerie de luxe française est d'une supériorité tout à fait hors pair et incontestée dans le monde entier. Si l'Allemagne et l'Italie, la Bulgarie aussi pour l'essence de roses, luttent avec vigueur et non sans succès, pour les moyennes et basses qualités et certains produits de synthèse, la suprématie française pour les produits de grande marque ne peut se discuter. Qu'un peu de snobisme s'en mêle, c'est possible ; qu'une partie de leur succès soit dû au goût parfait et à l'ingénieuse élégance du flaconnage et de la présentation, on peut l'admettre aussi. Mais comme il s'en faut bien que le genre français d'étiquette et d'écrin soit ce qu'il y a de plus conforme au goût de nombreux pays, il faut bien reconnaître que le succès de la parfumerie française a pour principale cause la qualité réellement supérieure de sa fabrication.

Il y a donc grand intérêt à assurer d'une façon aussi sévère que possible le choix, la culture et la mise en œuvre des fleurs et plantes à parfums qui se cultivent surtout à la jonction des départements du Var et des Alpes-Maritimes. La ville de Grasse, qui est le centre de l'industrie des fleurs et de la parfumerie, a fondé depuis un certain temps déjà un Jardin d'essais où l'on cultive les fleurs paraissant être les plus intéressantes pour la parfumerie, et où se poursuivent des études de sélectionnement et de traitements. Elle vient de compléter cette station en la dotant d'un conseil de perfectionnement comprenant 16 membres, chacun spécialisé dans une branche de la botanique appliquée ; citons les noms de MM. Gabriel Bertrand, Charabot, Cayeux, Demolon, Lindet, Mangin, Perrot, Schribaux, Viala, etc.

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA T. S. F.

DES LAMPES DE T. S. F. QUI AMPLIFIENT 100 A 200 FOIS!

Mon distingué prédécesseur, M. A. Leclerc, montrait dans ses chroniques d'il y a quelques mois certaines des applications des lampes de T. S. F. et laissait entrevoir que celles-ci nous réserveraient des surprises. C'est ce qui arrive en effet, car les amateurs qui utilisaient des lampes amplifiant de 8 à 15 fois vont avoir désormais des « super-lampes » amplifiant 100 et 200 fois. C'est une nouvelle victoire de la liaison de la Science et de l'Industrie et on doit la donner comme exemple aux industriels, trop nombreux en France, hélas ! qui ne voient dans les recherches scientifiques que des études sans intérêt pratique, sans intérêt immédiat et qui les considèrent comme du temps perdu. Félicitons au contraire ceux qui sont plus clairvoyants et qui ont vu que, en T. S. F. plus qu'en n'importe quelle matière, la recherche scientifique est réellement la source de tout progrès industriel, de toute réussite commerciale et qu'elle est non seulement utile, *mais in-dis-pen-sa-ble* !

Dès 1916 des physiciens avaient cherché à augmenter le pouvoir amplificateur des lampes, principalement en diminuant le diamètre de la grille et en la construisant à spires plus serrées. Mais on s'était vite aperçu de l'influence nuisible de la capacité *interne* entre grille et plaque, capacité qui résulte de la construction géométrique de la lampe et aussi du fait que la grille et la plaque ne sont pas toujours aux mêmes potentiels instantanés. Des lignes de force vont de la plaque à la grille ou inversement et ce sont elles qui produisent ce retour d'oscillation, qui est nuisible lorsque sur les circuits de grille et de plaque se trouvent des circuits oscillants et que ces circuits sont en résonance. C'est l'auto-accrochage, si gênant dans les montages de T. S. F., et qui empêche de régler *exactement* à l'accord ces circuits oscillants. On s'était ingénié de différentes manières à éviter ces auto-accrochages, tout d'abord en amortissant l'un des circuits oscillants par une résistance de quelques ohms, mais c'est un moyen barbare qui diminue la sylonie en particulier. Dans d'autres montages comme par exemple dans les étages de moyenne fréquence des postes à bigrille et super-hétérodynes, où actuellement les circuits grille sont accordés (sur une onde de 4 000 à 6 000 mètres et plus), on met un potentiomètre sur les grilles de façon à rendre celles-ci moins négatives, donc à amortir les circuits ; on est maître par le potentiel du point d'accrochage, ce qui permet de profiter dans son voisinage d'une grande amplification.

Un autre moyen était le neutrodyne, où l'on neutralise la capacité interne par un système de pont équilibré ; c'est un système très ingénieux et très scientifique qui a été remarquablement mis au point et appliqué par M. Barthélemy dans le montage *Isodyne* et qui permet d'accorder les circuits beaucoup mieux qu'auparavant. Malheureusement dans le Neutrodyne on neutralisait la capacité interne grille-plaque mais *on ne la supprime pas*. On est, après de laborieuses recherches, arrivé à supprimer à l'intérieur de la lampe la capacité grille-plaque, et cela d'une façon mathématique. La conséquence est que l'on peut alors accorder mathématiquement les circuits grille et plaque à la même longueur d'onde et il s'ensuit une énorme amplification, mais à condition que le circuit de travail, c'est-à-dire le circuit de plaque *soit approprié*. Cela est fondamental, et à quoi servirait d'avoir une lampe qui amplifierait 500 fois si elle travaille sur un circuit de sortie mal déterminé, soit trop résistant, soit pas assez résistant.

En effet, il arrive souvent qu'avec des lampes ordinaires on ne profite pas de tout le coefficient d'amplification qu'il serait possible d'obtenir. Actuellement les plaques des lampes débitent soit sur des selfs accordées, soit plutôt sur des transformateurs haute fréquence (ou de moyenne fréquence) dont les secondaires sont accordés. Or, on démontre théoriquement qu'avec un transfo bien conditionné, un couplage bien déterminé, des enroulements primaires et secondaires bien choisis et une capacité secondaire convenable, on peut arriver pour le coefficient *global* d'amplification de la lampe et du transfo, *c'est-à-dire de l'étage entier*, à une valeur de 80. Hâtons-nous de dire qu'en pratique on est loin de ces valeurs et que même souvent l'amplification de l'étage descend au-dessous de la valeur du coefficient de la lampe seule, parce que le circuit de sortie sur lequel la lampe débite est mal déterminé. Il faut, en effet, bien remarquer que l'amplification totale d'un étage est le rapport de la tension haute fréquence de grille à la tension haute fréquence de grille de la lampe *précédente*. La lampe n'est pas seule, elle travaille sur un circuit, et celui-ci ne doit pas être construit au hasard.

En nous excusant de cette digression, qui était nécessaire, voyons comment on a pu annuler complètement *à l'intérieur de la lampe* la capacité grille-plaque.

***

Un tel résultat aura comme premier avantage qu'avec un vulgaire poste ayant une lampe haute fréquence et une détectrice à réaction, *on ne rayonnera pas dans l'antenne quand la réaction accrochera*. Laissons de côté le flux d'électrons qui va du filament à la plaque en traversant la grille, et ne voyons que les lignes de force électrostatiques qui relient la grille et la plaque, parce que les potentiels instantanés de haute fréquence sur la grille et la plaque ne sont pas les mêmes à chaque instant.

Or, que faut-il pour couper, pour détruire ce lien immatériel, pour supprimer cette capacité? Il suffit de mettre un écran métallique *entre* la grille et la plaque et de porter cet écran soit au potentiel de la terre, soit mieux au potentiel le plus élevé dont on dispose.

Mais comme il faut laisser le passage au flux dynamique d'électrons qui va vers la plaque, on reconstituera cet écran soit par une plaque percée de trous, soit même par une grille, à mailles serrées entourant *complètement* la plaque. De cette façon les électrons pourront passer mais il n'y aura plus de capacité entre grille et plaque. En pratique cette grille « de protection » est reliée au + 80 volts. Comme il faut, bien entendu, éviter les capacités des connexions dans le culot de la lampe, la connexion de la plaque se fait à la partie *supérieure* de la lampe par une broche spéciale, ainsi qu'on l'avait déjà fait dans certaines lampes de la S. I. F.

Digitized by Google

La grille normale est à mailles très serrées et de très petit diamètre, et la plaque est relativement éloignée de la grille.

Le résultat de tout ceci est que le coefficient d'amplification de la lampe atteint 150 et même 200 !

Une telle lampe est très résistante, environ 200 000 ohms, aussi exige-t-elle sur le circuit plaque un circuit accordé dont l'impédance soit de cet ordre-là, c'est-à-dire un circuit à haut rendement, où il y ait peu de pertes en haute fréquence, c'est-à-dire où la résistance haute fréquence de l'enroulement et de la capacité d'accord soient très faibles (circuits bouchons), ce qui est assez délicat à réaliser.

Dans la A 442 Philips servant à la haute ou à la moyenne fréquence on a :

K = 150.
V plaque = 150 volts.
R = 150 000 watts.
I normal plaque = 4 millis.
I = 0 a. 0,6.
V grille protection = 75 volts.
I saturation = 20 millis.

Mais par suite de l'amplification *énorme* de cette lampe il faut éviter d'une façon *absolue* qu'il y ait *à l'intérieur du poste* entre les circuits de grille et de plaque le moindre couplage électrostatique ou électro-magnétique. Un tel découplage existe toujours un peu, c'est pourquoi donc telle lampe *exige* une construction interne spéciale du poste ; elle ne saurait fonctionner (sauf exceptions rares) sur un poste existant et utilisant des lampes micros habituelles. Il faut éloigner les circuits et les connexions de grille et de plaque, mettre des écrans ou mieux blinder les circuits et bobinages.

Dans cette lampe la plaque est séparée de la grille normale par une grille à maille serrée qui touche le dépôt métallique sur la paroi interne du verre, ce qui fait que la plaque est réellement... en cage.

Il existe une lampe analogue, la B 443 Philips, qui a été étudiée sur le même principe (elle amplifie 100 fois), mais qui a été construite pour la basse fréquence de façon à pouvoir donner dans le haut-parleur un courant indépendant de la fréquence acoustique de ce courant.

De ce fait il n'y a *aucune déformation*, tandis qu'avec les lampes ordinaires le courant dans le haut-parleur piminue si la fréquence augmente, car l'impédance de l'enroulement est Lw et augmente sur la fréquence.

Cela a été possible en donnant à la lampe une impédance interne considérable, soit 60 000 ohms, devant laquelle celle du haut-parleur devient négligeable. Elle possède trois grilles, la grille de protection aboutit sur le sommet du verre de l'ampoule et on la relie au + 80 volts, l'autre grille auxiliaire est reliée au filament dans l'ampoule.

Cette lampe donne des résultats excellents avec 80 volts plaque et surprenants avec 150 volts, bien qu'elle ait une résistance interne considérable, ce qui semble paradoxal, quand on se rappellera que les lampes actuelles de puissance que l'on met sur un deuxième étage basse fréquence ont une résistance interne variant de 2 000 à 6 000 ohms.

Ces lampes sont absolument merveilleuses, elles vont permettre d'augmenter la puissance des auditions, d'augmenter leur pureté, d'augmenter la syntonie, puisque les circuits pourront mieux être accordés, d'éviter de rayonner dans les antennes, de faire des postes puissants à petit nombre de lampes, etc. Ce sont des conséquences très importantes et du même coup c'est une profonde modification dans la construction des postes. Ainsi, une fois de plus, une découverte de laboratoire aura eu un énorme retentissement matériel dans l'industrie, et l'industrie de la T. S. F. est plus que toute autre à la merci des recherches scientifiques. C'est pourquoi dans notre domaine restreint de la T. S. F. nous ne cesserons de montrer l'utilité des recherches scientifiques (qui soi-disant... « ne rapportent pas ») et nous le répéterons sans cesse, partout et toujours, avec l'espérance actuelle que les constructeurs français de lampes ne tardent pas à imiter le concurrent aux laboratoires légendaires qui sait trop combien la science... et les savants sont source de richesse.

J. QUINET,
Ingénieur de l'Ecole supérieure d'Electricité,
Secrétaire général du Radio-Club de France.

Digitized by Google

CHRONIQUE DE LA NAVIGATION

Bateaux rapides français et anglais. — La flotte de commerce britannique conserve encore, en tonnage total comme en nombre de navires, une supériorité mondiale que la France ne songe guère à lui ravir ou même à lui disputer. Mais il est fort curieux de constater que cette supériorité est de moins en moins marquée à mesure qu'il s'agit de bateaux plus rapides. Il semble que la France ne songe à lutter avec sa voisine que dans la catégorie des grands marcheurs, et plus on s'en rapproche plus sa richesse relative en navires rapides est marquée, non seulement par rapport à l'Angleterre, mais comparativement à toutes les marines de l'univers. Elle occupe ainsi le deuxième rang dans le monde si l'on tient compte des unités à grande vitesse.

Ainsi la Grande-Bretagne possède près de cinq fois plus de navires filant 12 nœuds au maximum, que la France (1281 contre 277, au 1er janvier 1927). Mais les bateaux filant 12 à 14 nœuds n'y sont plus que quatre fois plus nombreux (437 contre 105) ; ceux qui font 14 à 16 milles marins à l'heure ne sont pas en Angleterre trois fois plus nombreux qu'en France (145 contre 55), et ceux qui atteignent 18 nœuds sont juste en nombre double (38 contre 19). Enfin les navires dépassant 20 nœuds sont à très peu près en nombre égal dans les deux pays (12 et 11). La constance remarquable de cette progression vers l'égalité au cours de la compétition de vitesse, est fort curieuse et d'une régularité qui fait penser à une loi. Il sera intéressant de voir dans quelle mesure elle s'accentuera au cours des prochaines années.

Les procédés de sauvetage des sous-marins. — Le déplorable accident de l'*Ondine* a une fois de plus appelé l'attention sur les possibilités de sauvetage des sous-marins maintenus accidentellement au fond de l'eau par une cause quelconque. Même une très grave avarie, comme celle qui résulte d'un violent abordage, peut conserver quelques possibilités de remonter à temps le submersible, puisque le compartimentage par cloisons étanches peut limiter l'envahissement de l'eau ; mais ces cloisons, dans l'intérieur de la coque proprement dite (et non pas seulement entre celle-ci et la paroi qui l'enveloppe), sont peu nombreuses et la quantité d'eau entrée peut être énorme. Une crevaison dans la région où se tiennent les hommes, ou une déchirure longitudinale, interdisent tout espoir. Enfin si le sinistre a lieu loin des terres ou même d'un grand port, le délai nécessaire pour les opérations de sauvetage augmente beaucoup, surtout si l'avarie a empêché de lancer des appels de T. S. F. Dès lors, les essais de sauvetage seront à peu près inutiles.

En admettant que l'on puisse faire quelque chose, M. Laubeuf classe les procédés de sauvetage vraiment praticables en trois catégories : l'allégement par abandon d'un lourd poids détachable, normalement fixé à la coque (mais l'avarie ou la position d'échouage peut interdire la manœuvre de largage, le submersible délesté et partiellement plein d'eau peut remonter dans une position qui renverserait tout, en particulier les accumulateurs, enfin l'adjonction permanente d'une masse capable de compenser une très forte quantité d'eau représente une charge morte inutile en service qui sera difficilement admise dans un navire de guerre où le prix, la place et le poids sont mesurés). — En second lieu, la manche tubulaire se déployant jusqu'à la surface et permettant aux hommes de remonter un à un par un panneau après qu'un bateau pompe l'aurait vidée de l'eau contenue : mais ici encore il faut supposer que l'avarie ni la position d'échouage n'interdisent la sortie par le panneau prévu, et que la manche tubulaire et sa commande sont restées intactes ; une grande profondeur d'eau aplatirait le tube à moins de lui donner un squelette d'anneaux très lourds. Des flotteurs largués en cas d'accident par l'équipage pourraient remonter en entraînant des tubes beaucoup plus petits par où l'on ferait arriver de l'air et des vivres ; mais la question de relevage reste entière. — Enfin il y a l'emploi des *sas*, c'est-à-dire d'un compartiment à deux portes, plein d'air et dans lequel on peut pénétrer de l'intérieur en faisant glisser le panneau de communication ; on le referme, le détache du flanc du submersible en déclenchant un mécanisme, puis une fois le compartiment arrivé à la surface on en sort par la seconde porte. Mêmes restrictions relativement au bon fonctionnement des mécanismes, à la position favorable au lâchage du sas conservée par le navire coulé, enfin à l'intégrité des parois du sas, qui auraient des chances d'être crevées et faussées par la cause qui a avarié le submersible.

Quant au relèvement de celui-ci par des chaînes hâlées par des pontons ou soulagées par des flotteurs, il est à peu près illusoire : un submersible moderne pèse un à deux millions de kilogrammes, et pour être hissé jusqu'à surface il faut de nombreuses chaînes, très difficiles à élinguer autour de la coque, souvent même impossibles à mettre en place voulue si le submersible est trop engagé dans le fond. Il ne faut pas oublier que cette difficile opération ne peut être faite qu'à la main par des scaphandriers, et que par conséquent il ne peut être question d'employer de très grosses chaînes. Il faudra que le ponton porte de très nombreux treuils indépendants et pouvant être mis en train et commandés ensemble. Un tel matériel ne peut être préparé que dans un tout petit nombre de stations, et son remorquage est lent. Quant à accrocher un petit nombre de très fortes chaînes à de gros crochets fixés aux parois de la coque, c'est oublier que celle-ci, suspendue par quelques points seulement, déformera et déchirera ses tôles autour de ceux-ci. Peut-être est-ce pourtant le meilleur procédé encore, permettant de passer ensuite des chaînes plus maniables sous la coque légèrement soulevée ; mais cet ensemble de manœuvres à faire par scaphandriers est d'une extrême difficulté et ne peut réussir que dans des circonstances favorables, par fond peu accidenté et à faibles profondeurs. Rarement on arrivera à temps.

Signalons une erreur très répandue dans le public, et qui consiste à croire qu'une coque une fois immergée ne pèse plus que très peu, en vertu du phénomène d'Archimède, ce qui rendrait facile l'effort de relèvement. Une coque *pleine* de l'eau qui l'a envahie ne perd plus que le poids d'un volume d'eau égal non à son volume extérieur qui est d'un à deux milliers de mètres cubes, mais bien au volume de ses matériaux métalliques, incomparablement plus faible. Si la densité moyenne des matériaux dont est fait le submersible (acier) est 8, l'immersion l'allègera de 1/8e de son poids : c'est-à-dire que s'il pèse

Digitized by Google

800 tonnes il n'en pèsera plus que 700. Le problème n'est malheureusement guère rendu plus facile.

Les navires de charge à grande vitesse. — Il existe deux catégories essentielles de navires de commerce : le *paquebot* (transport de la poste et des passagers, ou des passagers seulement), et le navire de charge, ou *cargo* (transport des marchandises). Toutefois, entre le paquebot destiné à assurer une liaison aussi rapide que possible, qui n'a qu'une faible « portée en lourd » (poids maximum de marchandises pouvant être embarquées), et le « cargo pur » qui ne prend que des marchandises, il y a toute une gamme d'unités intermédiaires, désignées sous le nom de « paquebots-mixtes » : ce sont des navires à passagers généralement moins rapides que les « paquebots » et ayant une portée en lourd plus importante. On emploie aussi le terme de « cargo-mixte » pour désigner un navire de charge qui a des emménagements pour le transport d'un petit nombre de passagers, généralement de 2e ou de 3e classe.

Jusqu'à ces temps derniers, la concurrence au point de vue vitesse entre les divers pavillons ne s'exerçait qu'à propos des paquebots, et les armateurs n'envisageaient pour les navires de charge qu'une exploitation aussi économique que possible, en limitant par suite la vitesse en service à 10, 11 nœuds, 12 au plus. Cette vitesse était jugée suffisante par les chargeurs, et l'on réservait aux paquebots les transports urgents de marchandises ayant une grande valeur pour un petit volume ; tel est le cas, par exemple, des articles ou produits de luxe provenant, en grande partie, de Paris et de la région parisienne qui sont transportés en Amérique par les paquebots faisant le service du Havre à New-York.

Nous assistons, en ce moment, à une évolution très intéressante et très significative à cet égard : dans la plupart des pays, l'on vient de construire, ou l'on construit des « cargos purs » ayant une vitesse en service de 14, 15, voire 16 nœuds, vitesses qui étaient jadis réservées aux seuls paquebots.

Cet accroissement de vitesse entraîne une augmentation considérable des consommations de combustible ; mais l'adoption du moteur Diesel vient contrebalancer cette surcharge d'exploitation en raison de l'économie de combustible qu'il permet de réaliser. On peut donc dire que c'est parallèlement aux progrès des moteurs à combustion interne que s'est manifestée cette tendance toute récente à l'augmentation de vitesse des cargos.

D'autre part, on estime que l'accroissement des dépenses de combustible sera compensé par l'économie de temps, puisqu'un navire pourra ainsi faire, dans une année, un certain nombre de voyages de plus qu'avant.

Pour le moment, cette tendance à l'augmentation de vitesse des cargos reste surtout limitée aux lignes sur le parcours desquelles l'huile combustible peut être obtenue à des prix peu élevés, notamment la côte occidentale de l'Amérique.

Cette évolution dans la technique des constructions navales va évidemment en déclencher une autre dans le trafic maritime : les chargements urgents n'auront plus besoin de se faire par paquebots, et, de plus en plus, les paquebots seront uniquement aménagés pour le transport de la poste et des passagers. La séparation deviendra de plus en plus nette entre le paquebot et le cargo, et une distinction corrélative s'opérera entre les « ports à passagers » et les « ports à marchandises », les premiers s'établissant le plus près possible des grandes agglomérations, et particulièrement des capitales (cas du Havre, en France) auxquelles ils seront reliés par un voyage en chemin de fer d'une durée minima ; les seconds étant situés au débouché d'un hinterland naturel, à proximité d'une région agricole, minière ou industrielle (cas de Bordeaux, de Nantes, de Dunkerque) ou d'un grand centre de consommation auquel ils seront reliés par des voies navigables (cas de Rouen). — (*Revue des Combustibles liquides.*)

Comme exemples de la nouvelle tendance rapportée et commentée par le remarquable article ci-dessus, nous citerons les suivants : les célèbres chantiers français de Saint-Nazaire et Penhoët viennent de lancer un cargo de 9 500 tonnes de port en lourd, le *Téméraire*, mû par deux moteurs Diesel de 4 500 CV chacun (du type Burmeister et Wain, de Copenhague), et qui aux essais a donné 16 nœuds et demi. Ce navire, qui représente une formule nouvelle et qui suppose un armateur éclairé et audacieux, a été commandé aux chantiers français par un armateur norvégien, M. Wilhelmsen.

Les mêmes chantiers de Penhoët avaient lancé il y a un an un pétrolier à moteurs à vitesse moyenne pour un autre armateur norvégien, M. Fred Olsen. La construction française, beaucoup moins coûteuse que dans la plupart des grands pays, et de plus fort remarquable (voir ce que nous disons plus haut des navires rapides en France et en Angleterre), est très estimée actuellement à l'étranger.

Les Anglais ont également pris de l'intérêt au cargo mixte à marche rapide : la Shaw-Savill and Albion a passé commande de quatre cargos à deux hélices de 7 000 tonnes en lège et 18 100 en lourd, longs de 152 mètres et destinés au service entre la métropole et la Nouvelle-Zélande. Ils sont munis de deux moteurs Sulzer de 7 450 CV à 112 tours-minutes, à 6 cylindres de faible course (1m00). Les deux premiers, *Zealandic* et *Coptic*, ont été construits par Swan Hunter and Wigham Richardson, les moteurs par Wallsend ; le *Taranaki* et le *Karamea* sont en construction, ainsi que leurs moteurs, chez Fairfield. Les essais du *Zealandic* ont donné 16 nœuds 33, ce qui est remarquable avec moins d'un cheval par tonne pour une coque de cargo. La Compagnie Ellerman fait également construire trois cargos devant donner 14 nœuds et qui ne différeront que par leur machine, de 4 500 CV : l'un est à moteur Diesel, l'autre à turbines, le troisième à vapeur-pistons.

La machine à vapeur tient d'ailleurs bien contre le moteur à combustion interne dans ces nouvelles constructions : les cinq nouveaux vapeurs de la *Canadian Pacific*, les cinq *Beaver* (*B. burn*, *B. ford*, *B. hill*, *B. brae*, *B. dale*) portent 13 000 tonnes en lourd, seront à deux groupes de turbines et vapeur surchauffée à 17 kilogrammes ; ils possèdent différents types de chaudières, ce qui permettra des comparaisons de rendement et d'entretien.

X. DE PLUZIGREC-PLUSSÉ.

Digitized by Google

LES TRAVAUX D'AMATEURS

La Reliure d'Amateur (suite) (1)

III. — Le Débrochage.

Nous avons dit que presque jamais l'amateur n'aura à relier d'ouvrage livré « en feuilles », c'est-à-dire en cahiers indépendants, non cousus déjà les uns aux autres par le brocheur. La première chose à faire sera donc de *débrocher* le livre qu'on se propose de relier, c'est-à-dire de découdre les cahiers qui le composent, de les libérer de la couverture que le brocheur a collée sur le dos du volume, et de les séparer.

Toutefois, les livraisons périodiques ou les fascicules que l'on a acquis isolément, sont généralement des brochures d'assez peu de pages pour ne former qu'un cahier chacune. En ce cas, il suffira de couper le fil qui coud le dos, ou d'écarter à angle droit, avec la pointe d'un canif ou les ongles, les deux extrémités rabattues à la machine de la petite agrafe métallique qui, perforant le dos en deux points rapprochés, réunit les feuilles de la brochure. On trouvera ce fil ou cette agrafe juste au milieu de l'ensemble, c'est-à-dire entre les pages 24 et 25 si la livraison a 48 pages, etc.

Si le fascicule a une certaine importance, il se compose de plus d'une feuille, et les quelques cahiers qui le forment sont non pas inclus l'un dans l'autre avec une seule ligature de fil ou de métal pour les maintenir, mais juxtaposés comme dans un vrai livre : ils sont alors réunis par deux ou trois agrafes de fil métallique enfoncées non pas exactement dans le pli médian du dos, mais latéralement par rapport à ce pli, à quelques millimètres de lui et perpendiculairement aux pages du fascicule fermé. C'est ce qui a lieu, par exemple, pour chaque livraison de *la Science Moderne*, dont les cinq feuilles (trois cahiers de texte principal entre deux de petit texte) sont réunies par deux agrafes visibles près du dos de la première page d'annonces, dans la marge de gauche, en ouvrant complètement la couverture de papier rouge.

Il est évident que ces agrafes sont tout aussi faciles à déplier et retirer que celles dont les deux bouts se referment dans le milieu du cahier, le long du pli formant dos.

***

En revanche, il n'est pas si facile qu'il semble d'abord de séparer les divers cahiers d'un livre véritablement broché. Cela tient à la malencontreuse couche de colle dont le brocheur a badigeonné le dos pour y appliquer celui de la couverture recouvrant le volume. Si l'on arrache cette couverture, il reste du papier collé ; si on le gratte, on use le dos, déjà fatigué par le pliage, et qui se fendra en laissant chaque page libre. Aussi *jamais* un ouvrage de luxe n'est-il livré avec sa couverture collée : les cahiers sont livrés dans un emboîtage, et la feuille de couverture est simplement une enveloppe indépendante. Autant de travail de moins pour le brocheur ; bien entendu, l'amateur n'en paiera pas le livre meilleur marché pour cela.

Non seulement le décollement du papier couvrant le dos des volumes n'est pas sans inconvénient pour la solidité du pli des cahiers si on le pratique mal, mais il est particulièrement difficile de le réussir sans abîmer le dos de la couverture, si l'ouvrière brocheuse a eu la main un peu lourde en passant le pinceau à colle. Or les bibliophiles tiennent absolument aujourd'hui à ce que la couverture soit insérée dans la reliure, et non seulement ses deux plats mais encore son dos intact. Comme le dit ironiquement M. Lemale dans l'ouvrage de la *Bibliothèque professionnelle* déjà cité, « il en est que leur amour du papier pousserait à conserver jusqu'à celui qui a servi à envelopper leur livre, y compris la cire qui fermait le paquet, voire même la ficelle. » Le fait est qu'une « originale » intéresse le collectionneur bien plus par sa couverture que par le texte, qui le plus souvent est tiré dans les éditions suivantes sans le moindre changement. Quel désespoir plein de fureur grinçante l'anime, lorsqu'il tombe sur un Balzac, un Flaubert ou un Baudelaire *princeps* dont un relieur routinier travaillant pour un acheteur indifférent aura, d'un cœur léger, arraché et jeté la couverture originale ! Dans Conquet, Vicaire et autres bibliographes spécialistes du XIX^e^ siècle, on pourra trouver des détails qui montrent la minutie extrême avec laquelle les grands collectionneurs discriminent « la bonne couverture » et celle qui n'est pas « la vraie », même si toutes deux ont effectivement recouvert l'édition originale, qu'ils se refusent à confondre avec « le premier tirage ».

Qu'on pense ce que l'on voudra de ces manies, il n'en reste pas moins certain qu'il ne faut jamais se débarrasser de la couverture en la jetant, à moins naturellement qu'il s'agisse d'un exemplaire d'un ouvrage qui n'aura jamais, de toute évidence, de valeur bibliographique. Le cinq-centième mille de *Cyrano* n'a que faire de sa couverture conservée à la reliure, et *la Science Moderne* s'en passera fort bien aussi... Dans les autres cas, il faut la décoller avec de grandes précautions. Si le dos n'a été que très faiblement encollé et qu'il s'enlève très facilement, c'est parfait ; cela arrive dans certains ateliers. Dans le cas contraire, il faut commencer par couper les fils de brochage entre chaque cahier (ouvrir à fond le volume à chacune des pages portant la *signature* à l'angle inférieur droit, et glisser les ciseaux entre les deux cahiers, sans rien percer) ; il est même bon de les couper encore, en outre, dans l'intérieur de chaque cahier, en l'ouvrant au milieu. On n'aura plus ainsi que des bouts isolés de fil, très courts, que l'on tirera pour la plupart aisément. Les cahiers devenus indépendants se sépareront plus facilement du dos encollé de la couverture.

On opère avec douceur sans hâte : le volume étant *complètement* ouvert entre le premier et le deuxième cahier, on prend ce premier et on tire très doucement pour voir s'il peut s'enlever : s'il cède en se décollant de la couverture sans qu'elle ni son propre dos déchire son papier, on passe au suivant ; sinon, on ouvre alors le premier cahier en son milieu, et c'est à plat que l'on tente le décollement, alternativement par le haut et par le bas (1) et sur une très petite longueur à la fois. L'autre main reste appuyée

(1) Voir les deux numéros précédents de *la Science Moderne*.

(1) M. Lemale indique indique au contraire (p. 59) : « la traction doit se faire à la fois sur toute la longueur du cahier et non de haut en bas ou de bas en haut sous peine de déchirer la partie du milieu », ce qui n'aurait lieu que si l'arrachement était singulièrement brutal. Notre préférence va en général à l'arrachement fractionné et graduel.

Digitized by Google

sur l'intérieur du plat de la couverture ou sur le second cahier, le bout des doigts pouvant aider à pousser de l'extérieur le fond du cahier que l'on soulève.

Si la colle résiste pour quelques cahiers et qu'on risque en insistant de faire des déchirures soit dans le dos de la couverture, soit, ce qui est plus grave encore, dans le papier du dos de ces cahiers, on imbibe légèrement le dos du livre avec de la colle de pâte claire, sans excès (il vaut mieux en remettre de nouveau dix minutes après) ; quelques relieurs emploient simplement de l'eau, mais elle s'évapore trop vite et dilue moins bien la vieille colle séchée du brocheur. Quand l'imbibition est complète et le ramollissement obtenu, *ce qui demande un certain temps*, on obtient sans peine le décollement, mais toujours à condition d'avoir la main légère, le papier humide ayant perdu beaucoup de sa résistance tant pour les cahiers que pour la couverture.

Il est essentiel d'attendre ensuite que le papier soit redevenu parfaitement sec avant de nettoyer le dos et de passer à la suite des opérations comme nous allons le dire : on passe sur le dos de la couverture un linge ou une éponge *légèrement* humectés d'eau pour enlever les traces de colle qu'on a déposée à l'extérieur, puis on essuie doucement à sec, enfin on laisse sécher. On voit que le débrochage soigné d'un volume peut parfaitement exiger une demi-journée, bien que dans ce laps de temps peu de minutes de travail y aient été employées.

***

Deux opérations restent à faire : enlever les débris de colle sèche restés adhérents au pli du cahier ou à la face interne du dos de la couverture ; et, s'il y a lieu, réparer les déchirures qui s'y sont produites.

Pour enlever la colle sèche, il ne suffit point de râcler au hasard et rapidement la surface du papier : on l'userait bien vite et il n'aurait plus assez de résistance pour les opérations suivantes, surtout les mauvais papiers qu'on est bien obligé, neuf fois sur dix, d'employer par économie. On ouvre chaque cahier par son milieu, on le pose à plat sur la table, pli saillant en l'air, et avec un petit coupe-papier, plioir ou liseuse de bois ou d'os, tenu presque perpendiculaire au papier ou presque à plat, suivant les cas, on gratte doucement, en soufflant pour chasser les débris qui se décollent. Cesser de gratter dès que la colle sèche a disparu ; on peut émietter aussi entre deux doigts les fragments un peu gros et durs. On enlève en même temps les bouts de fil qui pourraient rester, et qui ne pouvaient repasser par les trous d'aiguille faits par la brocheuse parce que des morceaux de colle durcie y étaient restés fixés : c'est pourquoi il ne faut jamais tirer fortement sur les fragments de fil pour les obliger à sortir coûte que coûte, ce qu'ils ne feraient qu'en agrandissant le trou par où ils sont entrés lors du brochage.

Si soigneux que l'on ait été, il se peut fort bien que des déchirures se soient produites dans le pli ou dos de quelques cahiers, voire des fentes de plusieurs centimètres ; il faut les réparer avant tout autre chose, sinon les feuilles se sépareront par paires tôt ou tard. Cela est particulièrement fréquent dans les livres maniés depuis longtemps déjà à l'état broché, ou imprimés sur papier mou et cotonneux.

Pour réparer ces fentes, on *double* leurs lèvres au moyen de papier mince. Pour que ce renforcement soit aussi peu apparent que possible, on imbibe de colle de pâte légère (on *trempe*, en termes de métier) les abords de la fente de la feuille détériorée, étalée à plat sur un carton et un papier fin glacé ; sur cette région on pose une bandelette de papier de soie blanc, de longueur et de largeur appropriées, après avoir raccordé bien exactement les deux lèvres ; on laisse bien sécher, puis on rabat l'extrémité libre du papier de soie et on tire horizontalement vers la partie collée, de manière à déchirer tout ce qui n'a pas fait prise. La transition entre le papier du livre et les parties collées de la bandelette en papier de soie devient tout à fait inappréciable si l'on frotte la région avec les débris arrachés. On retourne la feuille et on procède de même pour l'autre face. On opérerait de la même façon pour les déchirures se trouvant non le long du pli dorsal, mais dans les marges, pour peu qu'elles soient grandes (elles s'agrandiront infailliblement encore) et que l'ouvrage en vaille la peine. Il existe de véritables artistes spécialisés dans ce minutieux travail de réparation des livres, gravures et timbres rares ; ils savent même rajouter aux coins manquants ou aux trous de vers du papier aussi identique que possible, et quand ils ont terminé leur délicate reconstitution celle-ci est à peu près invisible.

***

On *collationnera* alors les cahiers et planches hors texte, c'est-à-dire que l'on s'assurera que rien ne manque dans le volume débroché. La mise en place définitive ne sera faite qu'au moment de la couture, après le battage ; on peut donc se contenter d'une rapide inspection. Nous remettons aussi la question du placement des figures hors texte après le battage, dont nous allons maintenant nous occuper.

(*A suivre.*)

EL. RUEILER.

Digitized by Google

CHRONIQUE CANADIENNE

La prospérité du Canada. — Le volume des affaires au Canada pour les six premiers mois de l'année courante a été plus considérable que jamais. L'index préparé par le Bureau des statistiques d'Ottawa montre une augmentation de 14 p. 100 sur les six mois correspondants de 1927.

La valeur des contrats de construction accuse une augmentation de 34 p. 100, tandis que les index miniers indiquent une augmentation de 7 p. 100.

La valeur de la production, surtout de l'acier, des automobiles et des pétroles, accuse une augmentation totale de 5 p. 100.

L'augmentation des exportations a été plutôt légère mais les importations se sont élevées de 10,5 p. 100. L'emploi de la main-d'œuvre a été beaucoup plus accentué, marquant une augmentation de 5,5 p. 100.

La production de l'or au Canada. — Un rapport du bureau des statistiques du gouvernement d'Ottawa dit que la production de l'or au Canada a établi un nouveau record de hausse en 1927 avec un total de 1 852 785 onces d'or évalués à 38 300 464 dollars.

La production des mines de la Nouvelle-Écosse a été de 3 151 onces.

Celle de Québec a été de 8 311 onces et montre une augmentation de près de 100 p. 100 due surtout à l'augmentation de la production de minerais d'argent, de plomb et de zinc contenant de l'or, et la production d'or mêlé au cuivre au haut-fourneau de Noranda durant les deux dernières semaines de décembre 1927.

L'Ontario a produit 1 627 050 onces en 1927, à comparer avec 1 497 215 en 1926. La zone de Porcupine a montré une légère augmentation sur l'année précédente. La zone de Kirkland Lake a accusé une augmentation de 35 p. 100 sur la production de 1926.

La production du Manitoba étant de 182 onces n'a pas changé beaucoup. La production de la Colombie-Britannique accuse une diminution de 19 p. 100 sur l'année précédente. Une grande partie de l'or produit vient des sous-produits du cuivre et de l'argent, et se trouve très variable suivant la qualité du minerai extrait.

La production du Yukon s'est élevée à 30 925 onces comprenant 30 778 onces d'or alluvionaire et 157 onces d'or extrait de minerais.

Le professeur d'Hérelle au Canada. — Le professeur d'Hérelle, de l'Institut Pasteur de Paris, a été invité par l'Institut scientifique franco-canadien à se rendre au Canada pour y donner une série de conférences. Le professeur d'Hérelle, qui va organiser un centre de recherches à l'Université de Yale, a accepté de se rendre dans son pays d'origine, au début de l'année 1929.

Rappelons que le professeur d'Hérelle est né à Montréal d'un père Canadien français et d'une mère française. Devenue veuve, Mme d'Hérelle amena son fils en France où il fit toutes ses études au lycée Louis-le-Grand. On connaît la grande valeur scientifique de ce savant canadien dont la réputation est universelle et auquel on doit les si curieuses études sur le *Bactériophage* dont a parlé, dès l'un de ses premiers numéros, *la Science Moderne*.

Congrès des médecins français de l'Amérique du Nord. — Ce Congrès, qui a réuni plus de 400 participants, a eu lieu dernièrement à Québec. Parmi les représentants étrangers on remarquait : les professeurs français Dr Jeannin et Dr P. Lereboullet. Le Dr P.-Z. Rhéaume de Montréal, a été élu président de la prochaine assemblée qui se tiendra en 1930 à Montréal.

CHRONIQUE DES LIVRES

L. PIERRON, ingénieur E. C. P. — **Procédés modernes de fabrication de l'acide sulfurique.** 1 vol. in-8 de 944 pages avec nombreuses figures (de la *Collection des Grandes Encyclopédies industrielles*). J.-B. Baillière et fils, éditeur. Prix broché : 150 francs).

Ce magnifique ouvrage, qui forme un énorme volume de près de mille pages avec plus de trois cents illustrations, débute par une préface où l'auteur s'excuse d'avoir dû beaucoup abréger et omettre. Encore n'est-il consacré qu'au procédé dit « des chambres de plomb ». Si l'on se souvient qu'il y a vingt-cinq à trente ans beaucoup croyaient à la disparition imminente de ce vénérable procédé, devant le développement de celui par catalyse, magistralement conduit par les Allemands, on se rend compte des perfectionnements que la méthode primitive sous l'aiguillon de la concurrence, a su provoquer et adopter. C'est l'un des plus intéressants chapitres de l'histoire de la chimie industrielle. Peu d'hommes étaient, autant que M. Pierron, capables de mettre en valeur et faire toucher du doigt le progrès si rapide et si marqué de cette industrie. Extrêmement méthodique, admirablement documenté, son livre est un véritable modèle. Après un premier chapitre sur les propriétés de l'acide et un autre sur ses variétés, il étudie le grillage du soufre, des pyrites et autres minerais, puis les fours et leur conduite. Trois cents pages y sont consacrées avant de passer à l'enrichissement des gaz sulfureux, puis du dépoussiérage. On est rendu au milieu du livre quand commence l'étude très serrée des chambres de plomb et des réactions principales et accessoires. Le contrôle par analyses et méthodes physiques font suite à la partie fabrication proprement dite. Cet ouvrage est un véritable monument.

LEON VERLEYE. — **La composition décorative et la pratique industrielle.** 1 vol. in-16 de 456 pages avec 270 figures (Desforges Girardot, éditeur). Prix : 35 fr.

« Une composition est un ouvrage dans lequel plusieurs éléments se conjuguent et se mettent en valeur, dans une habile gradation, qui fait du tout un groupe hiérarchisé...

Digitized by Google

« L'art du compositeur réside dans son habileté à faire supposer que ce qu'il a réalisé est naturel...

« Le décorateur doit produire un modèle qui ne sera pas édité comme un tirage de livre... Il faut pour cela élaguer tout ce qui, sans nuire à l'œuvre, peut être retranché parce que nuisible à la grande production... »

Léon Verleye qui indique en ces termes dans quel esprit est conçu son ouvrage, embrasse l'étude des conditions sociales qui ont déterminé l'éclosion de tel ou tel style, afin d'en dégager des directives pour l'époque présente et celle des conditions particulières, à l'exécution de la composition. Il s'emploie à montrer « comment établir un modèle de bonne vente »

La partie technique, embrasse les industries les plus diverses et donne avec précision la documentation nécessaire au compositeur pour ne pas voir son travail écarté par l'industriel à cause des difficultés de l'exécution.

Dr Léon Scheckter. — **Comment consulter? Essai d'hygiène et de médecine préventive.** 1 vol. in-8, de 340 pages (G. Doin, éditeur). Prix : 21 francs.

Si le médecin doit déployer en un temps très court, au chevet du malade, un gros effort de réflexion, d'autre part il faut que celui-ci puisse consacrer un temps de méditation avant de consulter le médecin.

Dans toute maladie, il y a, en effet, des malaises subjectifs, c'est-à-dire uniquement ressentis par le patient. C'est donc à lui, c'est-à-dire au malade, d'en donner la description exacte.

Il doit dire ce qu'il ressent, tout simplement et surtout *éviter toute interprétation*. Le malade ne doit jamais dire, comme il le fait d'ailleurs tous les jours : « Je viens consulter parce que j'ai une dilatation de l'estomac... » ou « parce que j'ai une maladie de cœur ». Il vaut mieux qu'il traduise son mal par des expressions simples, naturelles, en évitant les termes techniques dont il ignore la définition exacte.

D'autres renseignements fort utiles sont fournis non seulement par l'exposé du passé du malade (*antécédents personnels*), mais aussi par l'exposé des maladies des parents (*antécédents héréditaires* et *collatéraux*).

Lorsque le médecin pose la question : « De quoi souffrez-vous? » le malade, fatigué, surexcité et impressionné, expose quelques malaises, mais oublie les troubles qu'il est très utile de faire connaître. Les maladies ne sont pas simples et pas toujours localisées, car tout s'enchaîne et s'intrique dans l'organisme humain.

Le malade a donc intérêt d'exposer à côté du mal qu'il ressent le fonctionnement de tous les appareils.

Le lecteur trouvera dans : *Comment consulter* tous ces renseignements sous forme de questionnaires qui le guideront ; il notera à part les réponses et pourra présenter au médecin un tableau complet, clair, méthodique et réfléchi des troubles ressentis.

L'auteur a réussi à écrire le manuel, non du médecin, mais du consultant ; et c'est là une idée originale.

Le malade ne peut et ne doit pas vouloir faire le diagnostic de son affection, il ne le trouvera pas dans ce livre qui n'est que l'introduction à la consultation. Le diagnostic et le traitement d'une maladie exigent l'étude approfondie du malade par le médecin.

Dans une seconde partie de l'ouvrage, l'auteur donne des conseils d'hygiène alimentaire et digestive. (Ce que toute maman doit savoir ; comment faire pratiquer l'analyse des urines... Soins généraux à donner à tout malade fébrile ; la culture physique et la gymnastique ; respiratoire ; ce que tout diabétique doit savoir, etc.).

Dr Auguste Pettit. — **Contribution à l'Etude des Spirochétidés.** — Tome premier, 1 vol., 650 pages, nombreuses figures dans le texte et planches hors texte noires et couleurs (Peyronnet, édit.), Prix : 90 francs.

Parmi l'énorme production scientifique que chaque jour apporte, il est des ouvrages dont la portée et l'usage ne sont que passagers, tandis qu'il en est d'autres qui demeurent et deviennent classiques et vers lesquels il faut toujours revenir si l'on veut étudier d'une manière complète une question. C'est dans cette catégorie de livres de fond qu'il faut ranger le dernier ouvrage du professeur A. Pettit.

Chargé de mission pour l'étude de la fièvre jaune en Afrique Occidentale Française, le professeur Pettit est une des autorités en spirochétologie. Il a pendant la guerre étudié l'ictère hémorragique et il a réussi à préparer des sérums et vaccins employés dans la lutte contre cette maladie. Il publia à ce moment avec son collègue Martin un volume sur la question, épuisé depuis longtemps et toujours en demande. C'est une édition refaite par lui seul de la spirochétose ictéro-hémorragique, enrichi d'un traité sur la morphologie, la physiologie et la chimiothérapie des spirochétidés et d'un catalogue des espèces connues de ces organismes, qu'il nous présente actuellement.

Le volume comprend trois parties réunies sous une même couverture. L'ouvrage lui-même sera complet en deux tomes.

La première partie comprend : morphologie, physiologie et chimiothérapie des Spirochétidés. Cette partie comprend 120 pages et plus de 50 tableaux et figures. Elle traite à fond de la biologie générale et du comportement des Spirochétidés vis-à-vis des produits de la chimiothérapie moderne.

La seconde partie comprend 265 pages et 69 figures, elle s'occupe des genres et des espèces de Spirochétidés. Cette partie documentaire est très importante et représente à elle seule un effort énorme, vu le nombre toujours croissant des périodiques scientifiques dans lesquels prennent place les publications des biologistes de toutes les parties du monde.

Quant à la troisième partie, elle traite de la Spirochétose ictéro-hémorragique. Cette partie a été complètement rajeunie et mise au point des découvertes récentes du professeur Pettit.

Comme on peut le voir par ce court aperçu analytique, cet ouvrage est destiné à prendre une place importante dans les bibliothèques de tous les biologistes et médecins.

Digitized by Google

LA SCIENCE MODERNE

CHRONIQUE DU MONDE SCIENTIFIQUE ET UNIVERSITAIRE

Distinctions aux savants. — Le Grand Prix Nobel de Médecine vient d'être décerné cette année à un Français, le Dr Nicolle, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis. Ce savant, dont la culture générale est remarquable et à qui l'on doit des œuvres littéraires très curieuses et très personnelles, a fait d'admirables travaux sur la propagation et le développement du typhus exanthématique, cette grave maladie qui se transmet par la vermine, si régulièrement abondante dans les populations orientales, barbaresques et levantines, et qui a souvent décimé les armées ou les convois d'émigrants. C'est grâce à lui que, pendant la guerre, les troupes et les populations de l'Est méditerranéen purent être préservées d'une maladie aussi grave et aussi contagieuse que la peste, le choléra ou la typhoïde.

Le prix de physique pour 1927 revient au professeur Heinrich Wieland, de Munich, pour 1928 au professeur Adolphe Windaus, de Gottingen.

Le prix de chimie pour 1928 a été attribué au professeur Ricardson, de Londres.

***

Parmi les promus dans la Légion d'honneur, on trouve M. Émile Picard, le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, professeur à la Sorbonne, promu grand-officier ; et un fort petit nombre de savants parmi les chevaliers : le physicien Estanave, de Marseille ; MM. Lesage, professeur à la Faculté des sciences de Rennes ; Queva, doyen de celle de Dijon ; Weisberger, sous-directeur de l'École d'anthropologie.

L'enseignement de la technique sanitaire. — Le Conservatoire national des Arts et Métiers est le seul établissement qui ait entrepris l'enseignement public, d'ailleurs libre et gratuit, des données scientifiques sur lesquelles repose l'organisation rationnelle de la vie sociale, l'organisation dont tout le monde parle mais qui est trop l'apanage des bâtisseurs, alors que la question biologique est prédominante, enfin l'architecture et la législation et l'administration de bien des choses.

Dirigé par M. Heim de Balsac, l'*Institut de Technique sanitaire et Hygiène spéciale des Industries*, organisme d'État, rattaché au Conservatoire national des Arts et Métiers, et destiné à la formation de techniciens de l'assainissement, a ouvert sa session 1928-1929 en novembre.

Les élèves régulièrement inscrits et qui satisfont à l'examen de fin d'études, reçoivent un diplôme d'État, dit *Brevet de technicien sanitaire*. Des auditeurs libres sont admis, sans être astreints à une scolarité régulière. L'enseignement est gratuit ; sa durée est limitée à trois mois, de façon à permettre aux élèves de province de le suivre, sans séjourner trop longtemps à Paris. Les candidats qui ne peuvent résider à Paris pendant trois mois consécutifs, peuvent d'ailleurs être autorisés à répartir leur scolarité sur deux années.

Le programme porte sur les généralités (biologie générale, microbiologie, hygiène, hydro-géologie), puis sur la technique sanitaire urbaine (plans, eaux potables, eaux résiduaires et déchets), celle des constructions, des usines et ateliers, et toute une série de conférences consacrées à la technique sanitaire rurale : Constructions rurales : habitations et bâtiments de ferme ; écuries, étables ; alimentation en eau, puits et citernes ; fumiers et fosses à purins ; hygiène de la voie publique au village.

L'hygiène et la prophylaxie coloniales complètent le cours, qui se double de manipulations, de visites d'installations sanitaires, d'études et discussions de projets et dispositifs d'assainissement. En outre, il est prévu toute une série de conférences d'hygiène spéciale des industries, par des médecins, ingénieurs et inspecteurs du travail.

L'exposition internationale du Bureau. — A Bâle s'est tenue, du 29 septembre au 15 octobre, une exposition non de simple matériel de bureau moderne, mais des dispositifs, méthodes, machines, etc., servant à organiser rationnellement le travail industriel et commercial (il n'est pas encore question, hélas ! du travail administratif officiel). Un « cours international de rationalisation économique » a été fait par dix-sept conférenciers spécialisés, de diverses nations, du 1er au 6 octobre. Comme conférenciers de langue française, il y avait M. le Dr ingénieur Carrard, privat-docent de Psychotechnique et directeur de l'Institut psychotechnique de Zurich, sur *la Formation professionnelle et l'éducation des chefs* ; M. Henri Fayol, sur *les Doctrines administratives et leurs applications* ; M. Berger, sur *la Normalisation industrielle* et notamment en automobile ; M. Colomb, sur *la Rationalisation en industrie horlogère* et M. Bardin sur *la Rationalisation bancaire*.

L'Institut de Psychiatrie et de Prophylaxie mentale dirigé par le Dr Toulouse, placé sous la direction de l'École pratique des Hautes Études, a organisé, à partir du 16 novembre, une série de conférences en vue d'exposer les recherches des divers laboratoires et les résultats acquis dans l'application des sciences biologiques à la psychiatrie.

Ces conférences ont lieu les mardis et vendredis, à 10 h. 30, à l'amphithéâtre Joffroy, hôpital Henri-Rousselle, 1, rue Cabanis.

Le *Laboratoire de Biopsychiatrie clinique* a comme conférenciers : MM. Toulouse, Dupouy, Heuyer, Marchand, Montassut, Roubinovitch, Schiff et Targowla. Le *Laboratoire de Physiologie appliquée à la prophylaxie mentale*, MM. Laugier et Pessard. Le *Laboratoire de Chimie biologique appliquée à la prophylaxie mentale*, MM. Delaville et Tchermiakofsky. Enfin le *Laboratoire de Psychologie appliquée à la prophylaxie mentale*, M. Lahy et Mlle Weinberg.

Les inscriptions sont gratuites.

IVe Congrès international de l'organisation scientifique du travail. — Pour faire suite aux Congrès de Prague (juillet 1924), de Bruxelles (octobre 1925) et de Rome (sept. 1927), qui ont apporté une si importante contri-

Digitized by Google

bution aux études d'organisation scientifique, le IVe Congrès International se tiendra à Paris, du 19 au 23 juin de l'année prochaine, sous la présidence effective de M. Tardieu, ministre de l'Intérieur. Le Comité de Patronage scientifique est présidé par M. H. Le Châtelier, membre de l'Institut.

La préparation en est confiée au *Comité National de l'Organisation Francaise*, 44, rue de Rennes, Paris (VIe), auquel toutes demandes de renseignements peuvent être adressées dès maintenant.

Le Congrès comprendra six sections :

I. Industrie (production). — II. Agriculture (production). — III. Commerce (distribution). — IV. Administration : *a.* privée ; *b.* publique. — V. Economie ménagère. — VI. Enseignement, propagande et vulgarisaiion.

Fondation d'un prix pour les recherches sur la tuberculose. — Par décret du 31 juillet 1928, l'Académie de médecine a été autorisée à accepter la donation entre vifs qui lui a été consentie par M. Georges Merzbach et Mme Alice-Birdie Reitlinger, son épouse, d'une somme de 100 000 francs dont les arrérages seront employés à la fondation d'un prix qui sera décerné, tous les deux ans, à un travailleur ou à un groupe de collaborateurs poursuivant des recherches sur la tuberculose.

L'Institut Henri-Poincaré. — Le 17 novembre a eu lieu l'inauguration officielle des bâtiments édifiés dans l'ensemble de constructions que possède l'Université sur le sommet de la montagne Sainte-Geneviève, entre la rue d'Ulm et la rue Saint-Jacques. C'est là que se trouvent déjà, à quelques pas de l'Institut Océanographique, de l'Ecole normale supérieure, de l'Ecole Polytechnique et de plusieurs Facultés, lycées et laboratoires d'enseignement et de recherches, les Instituts du Radium, de chimie, de physique du globe et de chimie physique.

Le nouvel édifice est consacré aux hautes mathématiques pures et appliquées à la physique. C'est avec justice qu'on l'a dédié à la mémoire d'Henri Poincaré, qui prévoyait bien à quel point les spéculations mathématiques seraient indispensables pour *deviner* les plans de la mécanique moléculaire, de la chimie et même de la biologie. Les bâtiments ont été construits et aménagés grâce à une entente franco-américaine, à la suite d'une conférence tenue il y a quelques années entre des mathématiciens américains et français. L'*International Board Education* a fourni les fonds, notablement augmentés par le baron Edouard de Rothschild ; c'est à ce dernier que l'on devra aussi dans peu de mois, et au même endroit, l'Institut de biologie dont le but a été défini lors de sa création par la *Science Moderne* et où l'on étudiera, rappelons-le, les phénomènes vitaux à un point de vue physico-mathématique, de manière à en analyser peu à peu le mécanisme intime bien plutôt qu'à en enregistrer le fonctionnement normal ou traumatisé.

Pour le moment, l'Institut Henri-Poincaré ne traite que deux séries de recherches mathématiques : l'une, avec M. Borel comme titulaire de la chaire et M. Fréchet comme chargé de conférences, consistera dans l'étude du calcul des probabilités. L'autre constituera — enfin ! — le premier enseignement en France de la mécanique atomique et des recherches faites dans un esprit moderne sur la structure de la matière et de l'énergie, d'un point de vue théorique et mathématique. Le choix des deux maîtres chargés d'en instruire les chercheurs capables de s'initier à ces hautes études, est excellent : ce sont MM. Louis de Broglie et Léon Brillouin, deux des espoirs de la nouvelle génération que nous voyons se former lentement, avec MM. Perrin fils, Thibaud, etc., après la longue éclipse de l'école française de physique qui nous fait disparaître de toute bibliographie scientifique étrangère sur ce sujet, et qui est un regrettable témoin de la néfaste influence de Berthelot, tueur d'imagination qui a stérilisé toute une génération de physiciens. Il faut espérer que maintenant on verra peu à peu des noms français prendre place à la suite des Towsend, des Millikan, des J.-J. Thomson, des Arrhénius, des Planck, des Bohr et de tant d'autres chefs d'école et créateurs étrangers. Mais le pontife aux 1 200 mémoires (!) aura fait bien du mal à l'esprit scientifique français.

L'inauguration était présidée par M. Raymond Poincaré, en sa double qualité de chef du gouvernement et de cousin germain du grand mathématicien. La veuve de celui-ci, M. Marraud, ministre de l'Instruction publique, M. Emile Picard, M. Borel, directeur du nouvel établissement, M. Maurain, doyen de la Faculté des Sciences ont été les principaux personnages qui l'assistaient. Des discours de haute tenue et de grande allure ont été prononcés dans cette cérémonie très simple et très digne.

CHRONIQUE CANADIENNE

Une ligne de 220 000 volts. — Une ligne de transmission d'énergie électrique de 220 000 volts vient d'être établie par la Gatineau Power Co, entre Paugan Falls, dans la province de Québec, l'Ontario et Toronto. C'est le voltage le plus fort transmis jusqu'à ce jour.

Communication à l'Académie de médecine. — M. Gérard Gardner, du laboratoire de biologie de l'Université de Montréal, a fait présenter à l'Académie de médecine une note, sur la forme libre du microbe qui produit la jaunisse infectieuse ; ce microbe a été isolé dans l'eau d'égout et conservé en culture pendant plusieurs années. Au cours de ces repiquages, il a acquis la propriété de fournir un sérodiagnostic positif avec les sérums de malades des hôpitaux de Paris guéris de spirochétose ictéro-hémorragique authentique ; il n'est pas encore devenu pathogène. Ces faits permettent de comprendre l'infection de l'homme dans le milieu ambiant, le spirochète ictéro-hémorragique est inoffensif ; ce n'est que dans certaines conditions du milieu ambiant qu'il acquiert successivement les diverses propriétés qui le rendent virulent pour l'espèce humaine.

Digitized by Google

La récolte au Canada. — Le bureau de statistique fédéral donne les renseignements suivants sur l'état de la récolte et son rendement comparatif.

Si l'on prend pour base la qualité de la récolte pendant la période de 1918 à 1927 en lui attribuant une valeur de base de 100, on attribuera à la qualité du blé pour cette année la valeur 95, comparée à celle de 97 pour la récolte dernière. L'avoine a pour valeur 94 comme l'an passé. L'orge 96 comparé à 98. Le seigle 95 comparé à 101. La graine de lin 95 comparé à 94 l'an dernier.

La qualité cette année est donc un peu inférieure mais la quantité beaucoup plus grande.

Au Manitoba, en particulier, la qualité des grains est nettement supérieure à celle de l'an dernier. En Saskatchewan et surtout en Alberta, elle est un peu inférieure, à cause de gelées prématurées. Dans le Québec et l'Ontario, le temps a un peu retardé la moisson.

Les pommes de terre donneront cette année : 50 794 000 cwt (100 livres) (à comparer avec 46 458 000 cwt, l'an dernier) ; les navets, 38 661 000 cwt (contre 27 348 000) ; les plantes fourragères, 3 837 000 tonnes (contre 3 547 000) ; la betterave à sucre, 486 000 tonnes (contre 391 000).

Pour régulariser l'écoulement de la récolte, le Wheat Pool de Saskatchewan invite les fermiers à entreposer leurs grains à des périodes déterminées. Pour l'application de ce système le Pool paiera à un taux supplémentaire de 1 p. 100 par boisseau le blé livré en février prochain, 2 p. 100 le blé livré en mars et 3 p. 100 en avril.

On pourra se reporter aux articles que *la Science moderne* a publiés l'an dernier sur la question du Pool.

Le rendement des mines canadiennes. — On sait que le Canada est le plus grand producteur du monde en nickel, amiante et cobalt. La production de 1927 est de 66 798 717 livres pour le nickel, 275 461 tonnes pour l'amiante, 877 875 pour le cobalt.

Mais il faut signaler que le pays vient au troisième rang pour la production de l'or (1 844 544 onces d'or fin en 1927), le troisième aussi pour l'argent (22 813 134 onces d'argent fin). Le rendement du cuivre s'est largement accru. Le Canada y tient le quatrième rang avec 140 141 823 livres en 1927.

Le papier et la pâte à papier au Canada. — L'état détaillé du rendement de l'industrie canadienne de la pâte et du papier en 1927 nous offre un exemple impressionnant du développement qu'est susceptible de prendre une industrie lorsque les pouvoirs publics, par des mesures appropriées, s'appliquent diligemment à favoriser sa croissance.

La production canadienne totale de cette industrie, l'année dernière, s'est élevée à 219 millions de dollars, et la part qui en a été exportée est évaluée à 179 millions. Pour bien apprécier l'importance de ce dernier chiffre, il suffit de le mettre en regard de la balance favorable de commerce canadien pour les derniers douze mois, qui est réduite à une centaine de millions : sans l'industrie du papier, le commerce extérieur canadien se solderait pour les derniers douze mois par un *excédent d'importations* de quelque 80 millions de dollars.

Cette extraordinaire expansion de l'industrie de la pâte et du papier a été accomplie en une vingtaine d'années par l'initiative et la prévoyance des gouvernements provinciaux, particulièrement du gouvernement de Québec. Le ban mis à l'exportation, à état brut, du bois coupé sur le domaine public a été le moyen employé pour permettre au Canada d'utiliser à plein la mise en valeur de ses richesses forestières et de s'en réserver les bénéfices. Fondée sur cette base, l'industrie du papier a grandi si bien que l'année dernière, elle employait 32 876 ouvriers et distribuait 45 millions de dollars en salaires. Il n est pas douteux que cette industrie a servi à retenir au pays des milliers de Canadiens qui, autrement, auraient sans doute été dans la nécessité de s'expatrier comme des centaines de milliers d'autres.

Et ce pays possède ainsi une industrie qui contribuera indéfiniment à la prospérité nationale parce qu'elle peut compter sur la sollicitude des pouvoirs publics qui peuvent assurer sa survivance. Nous nous en rendons compte en ce moment par l'empressement que les gouvernements de Québec et d'Ontario mettent à la soutenir dans les difficultés passagères qu'elle a à affronter.

Les fourrures du Canada. — Il semblerait que les belles fourrures disparaissent au fur et à mesure que les terres de chasse sont envahies par les hommes. Il n'en est rien, et le Canada, qui est le plus grand pays producteur de fourrures, a mis sur le marché plus de peaux que les années précédentes.

Dans la saison de chasse de 1926-1927, on a vendu, au Canada, 4 289 233 peaux brutes, d'une valeur de 18 864 126 dollars, supérieure de 25,2 p. 100 au rendement de la précédente saison.

Il ne s'agit là que du produit de la chasse, mais les « fermes à fourrures » donnent aujourd'hui des bénéfices qui ne sont pas à dédaigner. Leurs ventes s'élèvent à 1 224 941 dollars. Qu'on n'imagine pas qu'il s'agisse seulement de l'élevage du renard argenté, élevage devenu malheureusement trop fameux chez nous. Les fermes du Canada élèvent aussi avec succès le vison, le castor, le skunk, la martre, le rat musqué, etc., et aussi les chèvres dont la peau se nomme Karakul, Astrakan, etc.

Avant la guerre, 69 p. 100 environ des peaux brutes étaient vendues par l'intermédiaire de l'Angleterre. Pendant la guerre les Etats-Unis absorbaient la majeure partie de la production. Dans l'année qui finit au 30 juin dernier, le Royaume-Uni a acheté pour 10 053 674 dollars de peaux brutes et les Etats-Unis pour 12 834 815 dollars.

En ce qui concerne spécialement le Québec, il arrive au second rang des provinces canadiennes pour la production des fourrures, l'Ontario tenant le premier rang avec une valeur de 3 millions et demi de dollars. Québec arrivant ensuite avec $ 2 300 000. La principale fourrure est celle du renard argenté ; viennent ensuite par ordre d'importance, les fourrures d'ours blanc, du pékan, du renard noir, du renard bleu, du renard gris, du castor, de la martre, du vison, de la loutre, etc...

Un pays qui ne s'endort pas. — Le Canada tient maintenant le cinquième rang parmi les puissances mondiales pour le commerce extérieur. Peut-être ne s'en rend-on pas suffisamment compte en France. Le Canada n'a que 9 millions d'habitants et son commerce extérieur dépasse celui de l'Italie et celui des Indes.

Les chiffres donnés par la statistique canadienne sont vraiment éloquents pour qui sait lire ; les voici comparés (en milliers de dollars) avec les chiffres du commerce des grandes puissances :

Digitized by Google

	IMPORTATION en milliers de $
Angleterre	5 335 100
Etats-Unis	4 077 900
Allemagne	3 366 000
France	2 071 800
Canada	1 066 700
Italie	1 049 000

	EXPORTATION en milliers de $
Etats-Unis	4 758 000
Angleterre	3 451 000
Allemagne	2 432 100
France	2 164 700
Canada	1 218 300
Indes	1 108 400

	COMMERCE TOTAL en milliers de $
Etats-Unis	8 836 200
Angleterre	8 786 400
Allemagne	5 798 200
France	4 236 500
Canada	2 286 000

Le Canada est donc un des plus grands marchés et comme il s enrichit rapidement il importe que nos commerçants fassent un effort important pour augmenter les échanges actuellement pratiqués, sinon la place sera prise par des concurrents tels que l'Allemagne ou le Japon, sans que nous puissions prétendre à les supplanter.

Trois spécialités de la province de Québec : le papier, le bois et la force électrique. — La valeur des produits forestiers du Québec est annuellement d'environ 68 millions de dollars, les bois de commerce entrent dans ce chiffre pour $ 52 000 000.

De toutes les industries, celle qui a fait, en ces dernières années, le plus de progrès dans le Québec est celle du papier et de la pâte à papier. Sa production en pâte en 1927 a été d'une valeur approximative de $ 60 000 000 soit plus de la moitié de la production totale du Canada ; la valeur du papier fabriqué, cette même année, s'est élevée à $ 81 849 528.

Enfin de toutes les provinces canadiennes c'est dans le Québec que l'industrie électrique se développe le plus rapidement ; au commencement de 1927 l'énergie électrique produite par les forces hydrauliques seules équivalait à 1 915 443 C V, soit environ 42 p. 100 de l'aménagement total des forces hydrauliques du Dominion. On établit à 7 millions de CV permanents, la capacité des sources hydrauliques utilisables dans le Québec, à 80 p. 100 de rendement au minimum habituel du débit et à 11 millions et demi de CV. l'énergie disponible pendant six mois de l'année.

CHRONIQUE ASTRONOMIQUE

LA TAILLE ET LE POLISSAGE DES TRÈS GRANDS MIROIRS

On sait que la puissance d'un instrument d'optique *composé* (c'est-à-dire comprenant deux pièces, un objectif réfracteur ou réflecteur donnant une image réelle, et un oculaire, c'est-à-dire une loupe grossissant celle-ci) n'est pas illimitée : on ne peut pas grandir autant qu'on veut l'image, bien qu'il y ait deux moyens de le faire : ou bien en produisant une très grande image réelle (objectif à très grande longueur focale dans le cas du télescope ou de la lunette, à focale très courte et tube long s'il s'agit d'un microscope) ; ou bien en grossissant considérablement celle-ci grâce à une loupe oculaire de distance focale très courte, ou mieux encore en la remplaçant par un véritable microscope. Les aberrations s'additionneraient et même se multiplieraient, le champ se réduirait à un cône d'ouverture dérisoire, l'image serait sombre. Mais, surtout, il est parfaitement inutile de grossir beaucoup avec un objectif donné, parce que la finesse de l'image, c'est-à-dire le nombre de détails distincts voisins dans un petit espace, seule chose utile à rechercher, ne dépasse *absolument pas* un degré bien déterminé et parfaitement infranchissable, pour tout objectif qui a un diamètre donné. Un fort oculaire ne fera que grossir chacun de ces détails et permettre à l'œil de les bien distinguer les uns des autres, ce qui est sans doute quelque chose, mais il ne montrera absolument rien de plus : de même qu'un fort agrandissement photographique ne saurait évidemment créer rien de plus que ce qui existe déjà sur la plaque. Dans ces conditions, grossir beaucoup est complètement inutile dès que l'on est arrivé à donner à chacun des détails existants une taille suffisante pour que l'œil ne se fatigue pas à chercher s'il existe quelque chose entre deux points distants d'une fraction de millimètre. Résultat qui est obtenu dès que l'oculaire a un pouvoir grandissant de 30 à 40 fois, ce qui lui suppose une distance focale de 6 à 8 millimètres. C'est déjà un oculaire astronomique de grande puissance, qui donne un grossissement de 2 000 avec un objectif d'une quinzaine de mètres de focale. Un oculaire de 12 millimètres de focale donnerait le grossissement maximum utile s l'œil nu était capable de dédoubler la minute angulaire : en pratique, il faut s'en tenir à moins.

Pour avoir plus de détails compris dans le même angle exploré par l'oculaire, il n'y a qu'un moyen, augmenter non pas la focale, mais le *diamètre* de l'objectif. Une loi, formulée à peu près en même temps et en termes peu différents par Foucault et par Dawes, fixe à environ 12 centimètres le diamètre d'un objectif nécessaire pour *résoudre* un angle d'une seconde d'arc, c'est-à-dire pour *séparer*, ou montrer distincts, deux points séparés par un angle

Digitized by Google

d'une seconde. Un objectif de 6 centimètres ne dédoublera deux étoiles ou autres détails lumineux que s'ils sont séparés par un angle de deux secondes.; par contre, un objectif de 24 centimètres résoudra la demi-seconde.

Ce *non possumus* irréfragable qu'oppose mathématiquement l'objectif ou le miroir à qui veut forcer leurs moyens, tient à ce que la lumière n'est pas d'une ténuité infinie, il s'en faut de beaucoup. Bien loin d'être aussi « subtile » que se l'imaginaient les anciens, elle est même d'une texture assez grossière en somme : formée par une succession de battements ou oscillations qui se propagent à la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde en chiffres ronds, elle a sa finesse limitée par l'écart qu'il y a entre ces petites vagues consécutives. Or, cet intervalle est fort appréciable, variant d'un demi à un quart de millième de millimètre suivant la couleur, ce qui suppose d'ailleurs que les oscillations ondulent avec une fréquence prodigieuse (300 000 kilomètres divisés par un tiers de millième de millimètre, cela fait 3.10^8 mètres : $3,3... \times 10^{-7}$ mètres, ou 10^{16} : dix millions de milliards de vibrations par seconde !)

Les instruments modernes grossissent suffisamment pour se trouver arrêtés dans leur progrès par cette structure trop lâche de la lumière. Il n'y aurait qu'un moyen : employer de la lumière de texture ultra-fine. C'est ce qui est à la rigueur réalisable pour le microscope en utilisant comme éclairage la lumière ultra-violette, en attendant qu'on puisse employer à travers des cristaux-objectifs diffracteurs celle des rayons X ; encore y a-t-il des difficultés opératoires très grandes. Mais, pour les lunettes et télescopes, on est bien forcé de se servir de la vulgaire lumière visible que nous envoient les astres, c'est-à-dire de la prendre comme elle est. En ce cas, elle produira des effets de diffraction importants, qu'on ne peut rendre négligeables qu'en s'adressant à des objectifs ou miroirs de très grand diamètre, comme le montraient Dawes et Foucault.

***

Or, la perfection qu'il est nécessaire d'atteindre dans le travail de polissage d'une surface optique, et plus encore peut-être les qualités d'homogénéité (composition, réfringence, tension interne) que doit posséder le verre employé, limitent beaucoup les dimensions que l'on peut pratiquement donner aux pièces optiques. Un objectif de deux pieds de diamètre, un miroir de six, sont considérés comme des monuments. Le plus grand objectif du monde entier, celui de la lunette Yerkes, au mont Hamilton (États-Unis), taillé il y a plus de trente ans déjà par Alvan Clark, ne mesure que $1^m,02$ de diamètre. Le plus grand miroir de télescope, celui du réflecteur de Pasadena (Mont-Wilson), également aux États-Unis, poli il y a quelques années seulement par G. W. Ritchey, atteint un diamètre de cent pouces, soit $2^m,54$, avec 32 centimètres d'épaisseur.

Les masses de verre qui ont servi de matériaux pour ces deux « mammouths » de l'optique de précision, ont été fondues et moulées en France, à Saint-Gobain. S'il est d'une haute difficulté de polir à un dix-millième de millimètre près d'aussi grandes surfaces — il faut compter un à deux ans au minimum — le brassage, la coulée et le refroidissement des plateaux de verre qui seront travaillés par l'opticien sont peut-être plus difficiles encore : car ici patience et longueur de temps ne servent de rien : ce n'est pas en trente mois qu'on fondra le verre, mais bien en quelques heures, sans que le plus laborieux effort y puisse rien changer si la technique, la tradition, l'outillage et les matières premières ne sont pas de niveau exceptionnel. Les seuls pots à fusion en terre réfractaire, par exemple, sont d'une fabrication tellement particulière, que d'importantes verreries allemandes, anglaises ou américaines sont impuissantes à égaler Saint-Gobain lorsqu'il s'agit d'obtenir les creusets géants nécessaires pour de pareilles productions : le disque du « 100-inches » de Pasadena pèse autant qu'un autobus, plus de quatre tonnes. Trois coulées seulement convergèrent pour remplir l'énorme moule ; deux autres disques se fendirent au refroidissement, qui dure plus d'un mois et qu'on fait suivre d'un repos d'un an s'il se peut, avant de dépasser la phase du doucissage, pour que le verre ait le temps de se détendre, d'équilibrer les efforts de déformation que produisent ses tensions internes. Quant aux deux disques de l'objectif Yerkes en verres spéciaux, qui doivent être parfaitement homogènes partout et dont il y a quatre faces à polir (et non une seule, comme pour un miroir), c'est miracle que Saint-Gobain ait accompli le tour de force de les obtenir en qualité satisfaisante, et Alvan Clarke de les polir.

***

De grands miroirs ou de grands objectifs doivent en effet être très épais pour ne pas se déformer dans leur monture par le seul effet de la pesanteur : on admet qu'un miroir doit avoir comme épaisseur un sixième de son diamètre s'il est grand, au moins un huitième pour les moyens. On regrette que le miroir de $1^m,20$ que Martin, élève de Foucault, travailla pour l'Observatoire de Paris, soit fait d'un disque un peu mince, trop sujet à se déformer. Le soutènement uniforme d'un miroir par la surface de son barillet, fait d'une matière n'ayant pas la même dilatabilité, et devant rester constant quelle que soit l'inclinaison du tube sur l'horizon, est un problème très délicat, que M. Ritchey a résolu par des artifices ingénieux et compliqués sur lesquels nous n'avons pas à nous étendre ici (leviers multiples à contrepoids, etc.). Mais de pareilles masses, déjà très difficiles à fondre et fort coûteuses, chargent beaucoup les tubes et montures de l'instrument (1), et se déforment par l'effet des changements de température, le cœur du plateau ne prenant que très lentement celle qui affecte la surface. Il suffisait d'approcher la main du miroir plan de Gautier pour observer, grâce aux anneaux interférentiels de contrôle, une minime dilatation de la région, qui se gondolait d'une quantité infime, mais appréciable.

C'est pour remédier à ce double inconvénient : poids énorme (d'où manque d'homogénéité de la masse, prix élevé, difficulté énorme de fonte, coulée et refroidissement, et enfin poids de l'instrument) et mise très lente en équilibre de température, que M. G.-W. Ritchey a proposé de polir optiquement des dalles relativement minces et qui peuvent alors avoir de très grandes surfaces ; après en avoir assuré l'inflexible planéité en les collant à la bakélite, par l'intermédiaire de cales ou blocs en verre, sur d'autres plateaux non polis. Ces miroirs « cellulaires » seraient à la fois très grands, relativement peu coûteux, assez légers et se mettant rapidement en équilibre de température avec l'atmosphère par tous leurs points, grâce à la minceur des plateaux et à la circulation de l'air. Les essais lui permettent d'espérer qu'on pourrait dès maintenant obtenir des miroirs de 5 à 6 mètres de diamètre.

(1) Le tube de la grande lunette Yerkes pèse six mille kilogrammes, le pied 45 tonnes.

Digitized by Google

Naturellement, le polissage optiquement parfait de semblables surfaces (de l'ordre de 50 mètres carrés et plus) serait très difficile. Cependant, M. Ritchey n'y voit, avec raison d'ailleurs, qu'une affaire de patience et de temps.

Le polissage industriel des grandes surfaces de verre est déjà réalisé pour les glaces. Nous donnons ci-dessous la vue d'une machine à polir les glaces inventées par M. Delloye, directeur général des manufactures de Saint-Gobain.

Cette machine permet de supporter environ 70 mètres carrés de glaces en morceaux de tailles diverses qui sont scellées au plâtre sur la plate-forme rotative.

Cet outillage utilisé dans les usines de la compagnie de Saint-Gobain, n'est nullement destiné à polir des disques optiques, cependant M. Ritchey prévoit une adaptation de ces appareils pour arriver à polir optiquement des grands disques de télescopes.

L'idée dominante de M. Ritchey est celle-ci : un miroir calculé, exécuté, monté... et employé aussi parfaitement que possible, doit donner des images si parfaites sur plaque photographique appropriée (sans grain appréciable, à surface sensible optiquement travaillée presque autant que le miroir, enfin placée au foyer très précisément), que les clichés doivent pouvoir subir un agrandissement utile de plusieurs dizaines de fois. Dès lors, la distance focale du miroir peut être très courte, quelques mètres à peine : ce qui donne des instruments et bâtiments peu encombrants et des images d'une luminosité admirable. Depuis assez longtemps déjà en France, M. Ritchey poursuit avec M. Henri Chrétien et la Compagnie de Saint-Gobain des études dans cette voie. Les admirables résultats qu'il a déjà obtenus au Mont-Wilson comme opticien et comme photographe permettent d'en attendre de véritables merveilles.

X. DE PLUZIGREC-PLUSSÉ.

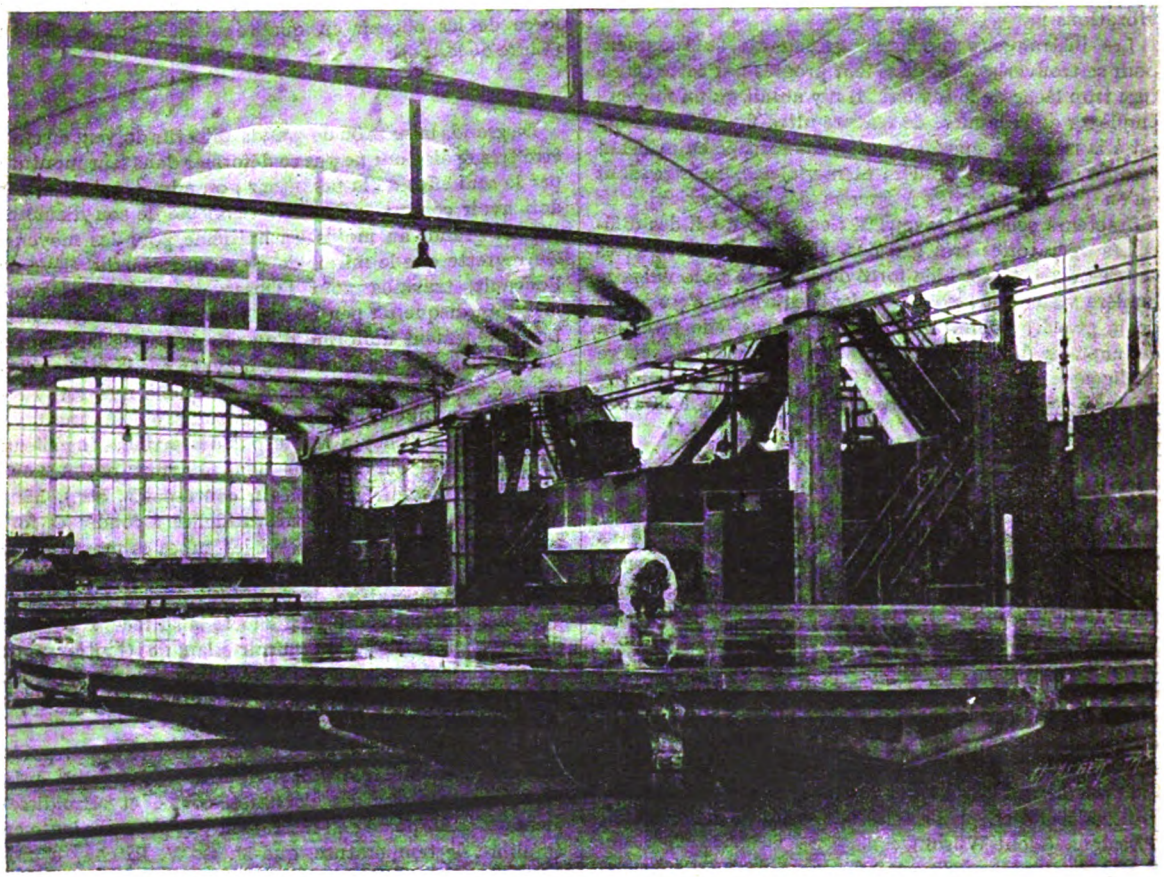


Fig. 1. — Table de *dix mètres* de diamètre sur laquelle sont fixées les glaces destnées à être polies par les machines inventées par M. Delloye. Installation aux Glaceries de Chantereine, appartenant aux Manufactures de Saint-Gobain, à Thourotte (Oise). *(Cliché Dræger).*

Digitized by Google

LES TRAVAUX D'AMATEURS

La Reliure d'Amateur (suite) (1)

IV. — BATTAGE ET COLLATIONNEMENT

Une fois les cahiers ou livraisons composant le futur volume bien privés de leurs fils, *et tout particulièrement des fragments de colle sèche* que le brocheur — l'ennemi-né du relieur — avait incrustés dans leur dos, on va les battre pour en diminuer l'épaisseur totale. Non seulement on gagnera ainsi de la place dans la bibliothèque, mais on « stabilisera » l'état de compression du papier : sans cela, au bout de quelques années ou de quelques mois, la pression des livres voisins amincirait le volume, et la couture se trouvant trop ample se relâcherait : le vêtement de carton, devenu trop ample, flotterait et la reliure n'aurait plus ni élégance, ni solidité.

Pour battre les cahiers, on en superpose quelques-uns en les *bêchevêtant*, comme disent les ouvriers relieurs (le verbe est tiré de l'expression *tête-bêche*) : c'est-à-dire

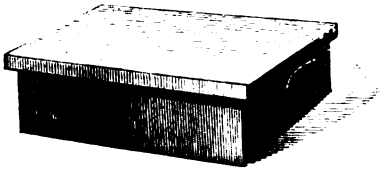


Fig. 1. — *Tas* à battre en fonte rabotée-planée (Bertrand frères, Paris).

que l'on ne superpose pas tous les dos, mais qu'on met le dos du premier à gauche, celui du second à droite, celui du troisième à gauche, et ainsi de suite en alternant. De la sorte, il y a autant de dos d'un côté que de l'autre, ce qui fait que la pile a sur ses deux côtés la même hauteur : sans quoi tous les dos superposés formeraient, par leur entassement, une hauteur beaucoup plus grande que du côté des tranches.

Au surplus, il ne faut pas en superposer beaucoup de cahiers : quatre, ou six au maximum, suivant le nombre de pages par feuille et l'épaisseur du papier. Cette quantité

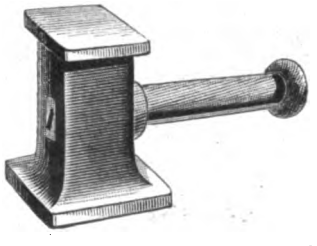


Fig. 2. — Marteau à battre de relieur (Bertrand frères, Paris.)

est appelée une *battée*. On égalise bien tous les bords avec les mains, de façon que le petit tas forme un parallélipipède correct, sans qu'il y ait une extrémité qui dépasse et surplombe dans le vide. On pose cette pile sur un journal ou un carton mince, que l'on place sur une dalle ou pierre bien plane, ou plus souvent aujourd'hui sur un *tas à battre* en fonte rabotée (fig. 1). On s'assure enfin, avant de commencer, que les pages sont bien à plat et sans plis.

On bat en se servant d'un gros marteau spécial, qui n'a pas besoin d'être en acier mais en fonte, à tête carrée élargie encore par une face reliée à la masse par des nervures angulaires épanouies (fig. 2). La surface de frappe, ou *platine*, est d'environ un décimètre carré, le poids du marteau de plusieurs kilogrammes, avec un manche court. Une main tient le paquet de cahiers, ou battée, l'autre le manche ; la manœuvre devient vite assez pénible pour qui n'a pas encore l'habitude (à vrai dire, l'amateur n'aura pas tellement de volumes à battre en une journée qu'il en éprouve véritablement de la fatigue). Il faut profiter du rebondissement que le marteau éprouve après chaque coup, pour l'accompagner dans son mouvement de remontée et le soulever encore un peu ; moyennant quoi la hauteur de chute est suffisante et sans grande peine. Il faut surtout veiller à ce que les coups soient donnés très à plat, bien perpendiculairement au papier et pas avec le bord de la platine du marteau, qui laisserait des marques et pourrait même couper le papier. Inutile d'ajouter qu'une ou deux feuilles de papier commun doivent être placées sur la battée pour recevoir le choc du fer.

Le premier coup doit frapper le milieu de la pile ; après chacun, on la déplace légèrement pendant que le marteau remonte en l'air. Chaque coup doit recouvrir en partie le précédent (de la moitié ou des deux tiers), pour qu'il n'y ait pas de plages écrasées séparées par des lignes restant gonflées. On doit surveiller constamment l'ensemble pour que la surface y passe peu à peu tout entière, sans doubles ni lacunes. Au fond, le battage demande plus de soin et de patience que de vigueur. S'il y avait des inégalités et des omissions, il se produirait des bosses appelées *noix*.

On passe ensuite à une autre série de cahiers disposés tête-bêche, puis à une troisième battée, et ainsi de suite

Fig. 3. — Presse à percussion (Bertrand frères, Paris) tout en métal et peu encombrante, étudiée spécialement pour amateurs et professionnels disposant de peu de place.

(1) Voir *la Science Moderne*, numéros précédents.

Digitized by Google

jusqu'à ce que tout le volume y ait passé par fragments. Il est alors bon de recommencer le battage en mettant des battées deux fois plus épaisses et en les battant sur l'autre face.

Enfin, quand tout a bien été aplani, on superpose tous les cahiers bêchevêtés, et on serre cette pile dans la *presse à percussion* (fig. 3), ainsi nommée parce que son lourd volant de fonte commandant la vis de serrage, une fois lancé à la main grâce à ses chevilles, s'arrête presque net quand la compression est effectuée à bloc, transformant son élan en une force vive écrasante qui met le dernier effort à un énergique aplatissement. Il sera bon de laisser le tout ainsi douze à vingt-quatre heures, quarante-huit si l'on peut ; en ce dernier cas, venir une ou deux fois serrer encore légèrement la vis sur la pile qui a obéi à la pression peu à peu.

Une telle presse, fort utile pour d'autres opérations de reliure, est généralement lourde et encombrante ; le modèle tout en fer que nous reproduisons, construit par MM. Bertrand, est bien conçu pour les amateurs. Il est évidemment très supérieur à la simple presse à copier ou à la presse en bois à vis progressive dont nous parlerons bientôt. Celles-ci peuvent cependant rendre service, si l'on ne possède pas encore de machine à percussion, dont nous conseillons l'achat dès qu'on le pourra, pour peu qu'on ait une quantité notable de volumes à relier. Signalons enfin que, dans les grands et même petits ateliers de professionnels, on remplace la battée au marteau par un *laminage* exécuté entre les rouleaux, actionnés par une manivelle à engrenages, d'une machine spéciale. C'est fait vite et... vigoureusement, sur tous les cahiers d'un livre à la fois. On peut régler l'écartement des cylindres suivant la pression à exercer ; mais la hâte qu'apporte l'ouvrier à comprimer à toute allure le plus de livres possible en une heure transforme trop souvent cet appareil de précision en un instrument de torture, qui écrase impitoyablement le papier, décalque l'encre (les taille-douces et les eaux-fortes sont massacrées) et fait glisser les feuilles les unes sur les autres, malgré la présence de feuilles de zinc entre lesquelles on a placé l'ensemble. C'est ce qu'on a trouvé de mieux pour abimer les livres. Heureusement, cette redoutable machine est à la fois trop chère et de trop grand débit pour que l'amateur s'en encombre.

On peut à la rigueur employer comme marteau un maillet de bois aussi gros et lourd que possible ; son action sera peu énergique, mais on ne fera que de très minces battées, de 48 pages par exemple. En tout cas, on ne saurait songer à utiliser un marteau de menuisier : sa surface beaucoup trop étroite, son poids très faible, les bords trop coupants, en feraient un détestable outil de battage.

V. — LA COUTURE.

Voici l'opération fondamentale de la reliure. Rien ne saurait masquer son insuffisance. Des cartons mal coupés ou posés, une vêture inélégante, ou défectueuse peuvent se remplacer sans nul dommage : mais, bien qu'une couture mal exécutée puisse à la rigueur se reprendre, on n'aura jamais que du mauvais ouvrage. L'habillage le plus soigné des plats et du dos pourra imposer au profane, il ne dissimulera jamais, aux yeux du connaisseur, la faiblesse fondamentale de la sous-œuvre, ce qu'on appelle le « corps d'ouvrage ». Des maîtres, de tout point admirables par ailleurs, comme Capé et plusieurs des de Romme (ou Derôme) ont mérité ce reproche ; Thouvenin et Bauzonnet, à l'époque romantique, et Trautz, gendre de ce dernier, produisirent au contraire de magnifiques assemblages, qui ne se déformeront jamais.

Avant de commencer la couture, au sortir de la presse, on assemble dans leur ordre tous les cahiers en vérifiant très soigneusement s'ils sont au complet, sans pages manquantes, et si toutes les gravures sont en place. On ajoute, avant le premier et après le dernier, des *gardes*, minces cahiers de papier blanc plié de façon à former quatre pages, parfois même huit. Par économie, certains relieurs ne mettent qu'une feuille avec un onglet replié qui entour ele dos du premier ou du dernier cahier et qui sera cousu avec lui. Il ne faut pas liarder sur les feuilles de garde, en qualité ni en quantité ; les éditeurs d'ouvrage de luxe en abusent, et composent leurs plaquettes d'un bon quart de papier blanc.

Une fois tout collationné, garni des gardes de début et de fin de livres, bien tassé verticalement, pour égaliser les dos et les bords, on va pourvoir commencer la couture.

(*A suivre.*)

EL. RUEILER.

CHRONIQUE DES LIVRES

L. LABALETTE, professeur de l'Enseignement technique. — **La perspective rapide dans le dessin industriel** (*Perspectives cavalière, axonométrique et isométrique*). 1 vol. in-4° broché de 102 pages avec 73 figures (Desforges-Girardot, éditeur). Prix : 18 francs.

Le dessin industriel est en réalité un ordre écrit, et l'écriture en est ordinairement faite par une méthode basée sur les projections orthogonales. Ce moyen d'expression, d'une précision rigoureuse, a cependant l'inconvénient d'être de lecture difficile lorsqu'il s'agit de pièces aux formes compliquées. Et certains dessins se présentent comme une sorte de rébus aux ouvriers n'ayant pas reçu une formation intellectuelle et un entraînement uffisants.

Bien des hésitations, bien des erreurs d'interprétation, souvent onéreuses, disparaîtront si les ingénieurs, dessinateurs, chefs d'ateliers et contremaîtres connaissent parfaitement cette science graphique si expressive, cette écriture si lisible qu'est la perspective cavalière.

L'ouvrage signalé ci-dessus, de style très simple, à nombreuses et grandes figures, traite complètement cette représentation des objets qu'il présente d'une façon nouvelle se recommandant par sa simplicité. Laissant totalement de côté toute notion spéciale à la perspective ordinaire, elle rattache directement la perspective cavalière au dessin géométral, et l'ouvrage peut être lu et compris sans difficulté par toute personne ayant des notions de dessin industriel.

Digitized by Google

TABLE DES ARTICLES

(Rangés par ordre de matières)

1928

I. — MATHÉMATIQUES, ASTRONOMIE, MÉCANIQUE

		Nos	FACES
BOUTARIC	Le Soleil peut-il créer la Radioactivité?	I	14-17
—	Perturbations magnétiques et activité solaire	II	61-64
HUMBERT	La réforme du calendrier	IV	145-150
NODON	Recherches sur la Météorologie générale	VI	260-264
ROUCH	Les représentations de l'Astronomie dans l'art décoratif	XI	503-507
DOUBLET	L'astronomie d'amateur	XII	529-535

II. — PHYSIQUE PURE ET APPLIQUÉE

OLMER	Qu'est ce que le PH ?	II	49-60
BOUTARIC	Les ultra-sons et leurs applications	IX	403-408

III. — ÉLECTRICITÉ ET T. S. F.

BERT	Les véhicules à accumulateurs	I	8-13
BOUTARIC	Les perturbations magnétiques et l'activité solaire	II	61-64
MALGORN	Les générateurs d'ondes entretenues en T. S. F.	III	97-106
BERT	Les accumulateurs de traction	IV	151-156

IV. — CHIMIE ET CHIMIE PHYSIQUE

BOUTARIC	Le soleil peut-il créer la radioactivité?	I	14-17
MARCOTTE	Les carburants de remplacement et la synthèse chimique	I	24-29
OLMER	Qu'est-ce que le PH ?	II	49-60
SIMONET	La soie artificielle	V	211-224
NICOLARDOT	Quelques problèmes relatifs à la tourbe	V	225-229
LAISSUS	Le nickel et ses alliages	VII	289-295
BROT	Les procédés au chlore pour la fabrication des celluloses	VIII	357-364
DE CHAUMONT	La synthèse des dérivés du charbon	X	433-442

V. — MÉTALLURGIE

LAISSUS	Le nickel et ses alliages	VII	289-295
—	Les essais mécaniques des métaux, I	VIII	337-341
—	Les essais mécaniques des métaux, II	IX	385-390

VI. — MÉCANIQUE INDUSTRIELLE, FORCE MOTRICE, ART DE L'INGÉNIEUR

SIMONET	La fabrication mécanique du verre à vitres	III	115-125
DUBŒUF	La commande par postes d'aiguillages de chemin de fer, I	III	132-139
—	La commande par postes d'aiguillages de chemin de fer, II	IV	157-163
DOLLIN	L'industrie du froid et ses principales applications, I	V	193-200
—	L'industrie du froid et ses principales applications, II	VI	241-247
LAISSUS	Les essais mécaniques des métaux, I	VIII	337-341
—	Les essais mécaniques des métaux, II	IX	385-390
LECLERC	Les machines-outils modernes	VIII	345-352
DUBŒUF	Le XXIIe Salon de l'Automobile	XI	515-520
BERTRAND	Le démarrage des moteurs d'avion	XII	547-551
MALGORN	Quelques types modernes de torsiographes	XII	545-546

Digitized by Google

VII. — TRANSPORTS TERRESTRES, NAVALS ET AÉRIENS

		N°s	PAGES
BERT	Les véhicules à accumulateurs	I	8-13
DUEŒUF	La saison aéronautique 1927	II	71-75
—	La commande par postes d'aiguillages de chemins de fer, I	III	132-139
—	La commande par postes d'aiguillages de chemins de fer, II	IV	157-163
LECOINTE	Après le raid de Costes et Le Brix, I	VI	248-250
—	Après le raid de Costes et Le Brix, II	VII	296-302
ROBERT	L'exploration des forêts canadiennes par avion	VIII	343-344
BERTRAND	Les véhicules à gazogènes	IX	391-395
LA ROERIE	Marines militaires	IX	396-402
BIETTE	L'établissement du Chemin de fer métropolitain de Paris	IX	409-416
DUPŒUF	Le XI[e] Salon de l'Aéronautique	X	443-448
LE TOUVET et NETTER	L'autogyre de la Cierva	XI	499-502
DUBŒUF	Le XXII[e] Salon de l'Automobile	XI	515-520
BERTRAND	Le démarrage des moteurs d'avion	XII	547-551
JACQUINOT	L'amélioration des transports par eau	XII	536-544
DUBŒUF	Le Salon des Poids lourds	XII	565-568

VIII. — TRAVAUX PUBLICS, EXPLOITATIONS MINIÈRES, PONTS ET CHAUSSÉES

NICOLARDOT	Le I[er] Congrès national de la Tourbe	III	107-114
NAGANT	Les divers sols et leur classification	III	140-144
BIETTE	L'établissement du Chemin de fer métropolitain de Paris	IX	409-416
DE CHAUMONT	Les procédés de synthèse des dérivés du charbon	X	433-442
COLIEZ	La route et la brique de pavage	XII	552-556

IX. — SCIENCES APPLIQUÉES AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

BEHRENS	Les couleurs qui rendent les teintes de la mer	II	79-80
FONVILLE	Mathématiques et économie politique	III	129-131
REVERCHON	Le monde des automates	V	201-206
NICOLARDOT	Quelques problèmes relatifs à la tourbe	V	225-229
DOLLIN	L'industrie du froid et ses principales applications, I	V	193-200
—	L'industrie du froid et ses principales applications, II	VI	241-247
DEMICHEL	Les récentes méthodes d'impression photomécanique	VI	251-256
—	Un nouveau procédé photomécanique d'impression	X	448-451
CEILLIER	Comment on peut lire une dépêche secrète	XI	490-498

X. — PHYSIOLOGIE, MÉDECINE, HYGIÈNE

DE VARIGNY	Rachitisme et vitamines	III	126-128
—	Le problème du rat	IV	164-167
PERDRIZET	La vaccination antityphо-paratyphique	IV	185-192
DE VARIGNY	Le B. C. G.	V	207-210
BORDIER	La Diathermie	V	233-240
BOEZ	L'hygiène de la production laitière	X	459-466
MANQUAT	L'eau à la bouche	X	469-475

XI. — ANTHROPOLOGIE, ETHNOGRAPHIE, PRÉHISTOIRE, EXPLORATION

BOUYSSONIE	Les industries primitives, leur répartition et leur date, I	I	33-39
—	Les industries primitives, leur répartition et leur date, II	II	65-70
MESSAC	L'homme invisible	VI	276-278
DE VARIGNY	Le problème de la famine en Chine	VII	315-317
—	L'avenir des régions circumpolaires	VIII	353-356

XII. — ZOOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE

BOUVIER	Les origines du Vivarium	I	1-7
MANQUAT	Propos halieutiques	II	83-88
DE VARIGNY	Le problème du Rat	IV	164-167
CUENOT	Le Mutationnisme, I	IV	169-179
DE VARIGNY	La lutte contre le moustique	VI	257-259
Commandant CAUVET	Comment se nourrit le Chameau, I	VI	265-272
—	Comment se nourrit le Chameau, II	VII	305-314
BIORET	Le plancton de l'eau douce	VIII	375-384
THOMAS	Les araignées et le problème de l'instinct	IX	422-432
DE VARIGNY	Le fléau des sauterelles	X	455-458
CUENOT	Le Mutationnisme, II : Concurrence vitale et sélection	XI	481-489
MANQUAT	L'Escargot et l'Araignée	XII	561-564

Digitized by Google

XIII. — BOTANIQUE, AGRONOMIE

		Nos	PAGES
DE VARIGNY	La cure d'altitude en agriculture	I	30-32
—	La méthode biologique de lutte contre les ennemis des cultures	II	76-78
BRUNET	Le vin à travers l'histoire	VII	318-324
DE VARIGNY	La vitalité des graines	IX	417-419
—	La question de la forêt	XI	508-514

XIV. — GÉOGRAPHIE, GÉOLOGIE, PHYSIQUE DU GLOBE, MÉTÉOROLOGIE

ROUCH	Le climat du pôle Nord	I	18-23
BEHRENS	Couleurs et teintes de l'eau de mer	II	79-80
NAGANT	Les divers sols et leur classification	III	140-144
NICOLARDOT	Quelques problèmes relatifs à la tourbe	V	225-229
NODON	Recherches sur la météorologie générale	VI	260-264
ROUCH	Le climat du pôle Sud	VII	325-334
THOULET	La densimétrie océanique	VIII	367-372
DE VARIGNY	Surpeuplement mondial	XII	557-560

XV. — SOCIOLOGIE, ÉCONOMIE POLITIQUE

FONVILLE	Mathématiques et économie politique	III	129-131
HUMBERT	La réforme du calendrier	IV	145-150
DE VARIGNY	Le problème de la famine en Chine	VII	315-317
BIETTE	L'établissement du Chemin de fer métropolitain de Paris	IX	409-416

XVI. — HISTOIRE DE LA SCIENCE, PORTRAITS DE SAVANTS

BOUVIER	Les origines du Vivarium	I	1-7
TROUSSAINT	Villemin et son centenaire	I	45-48
DUFOUR-MAGNAVAL	J.-H. Fabre	II	91-96
HUMBERT	La réforme du Calendrier	IV	145-150
REVERCHON	Le monde des automates	V	201-206
MANQUAT	Philosophes de la Nature	VI	279-281
MILLET	L'abbé Rousselot	VI	284-288
BOUTARIC	Volta	X	476-480
—	Würtz	XI	523-528
ROUCH	Les représentations de l'Astronomie dans l'art décoratif	XI	503-507
RICHARD	Une hypothèse géniale de Descartes : les tourbillons	XII	569-576

XVII. — ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES

(par M. H. DE VARIGNY).

La cure d'altitude en agriculture	I	30-32
La méthode biologique de lutte contre les ennemis des cultures	II	76-78
Rachitisme et vitamines	III	126-128
Le problème du Rat	IV	164-167
Le B. C. G.	V	207-210
La lutte contre le moustique	VI	257-259
Le problème de la famine en Chine	VII	315-317
L'avenir des régions circumpolaires	VIII	353-356
La vitalité des graines	IX	417-419
Le fléau des sauterelles	X	455-458
La question de la forêt	XI	508-514
Surpeuplement mondial	XII	557-560

XVIII. — CHRONIQUES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

(par M. A. MESTRE).

I, 42-44 ; II, 89-90 ; IV, 183-184 ; V, 230-231 ; VI, 282-283 ; VII, 335-336 ; VIII, 373-374 ; X, 452-454 ; XI, 521-522.

XIX. — INFORMATIONS SCIENTIFIQUES

40-41 ; II, 81-82 ; IV, 180-182 ; V, 232 ; VI, 273-275 ; VII, 303-304 ; IX, 420-421 ; X, 467-468.

Digitized by Google

XX. — CHRONIQUES DE LA T. S. F.

		N°	PAGES
A. LECLERC	Les nouvelles lampes à 3 électrodes	I	5*-6*
—	Le Strobodyne et son montage	II	19*-21*
—	Un instrument de musique « à ondes éthérées »	III	29*-30*
—	Les applications des triodes en dehors de la T. S. F.	IV	45*-47*
—	Récepteurs à galène	V	55*-58*
—	Un changeur de fréquence très simple	VI	69*-70*
—	Conseils pratiques pour la construction de postes	VII	77*-78*
J. QUINET	Des lampes qui amplifient cent fois	XI	125*-126*

XXI. — TRAVAUX D'AMATEUR

Le Plâtre ..... III, 34* ; V, 58* ; VII, 80*-81* ; VIII, 94*.
La Reliure ..... IX, 105*-106* ; X, 116*-118* ; XI, 129*-130* ; XII ; 139*-140*.

Digitized by Google

TABLE DES ARTICLES

(Rangés par ordre alphabétique des noms d'auteurs)

1928

		Nos	PAGES
BEHRENS	Les couleurs qui rendent les teintes de la mer	II	79-80
BERT	Les véhicules à accumulateurs	I	8-13
—	Les accumulateurs de traction	IV	151-156
BERTRAND	Les véhicules à gazogènes	IX	391-395
—	Le démarrage des moteurs d'avion	XII	547-551
BIETTE	L'établissement du trafic probable du Métropolitain	IX	409-416
BIORET	Le plancton d'eau douce	VIII	375-384
BOEZ	L'hygiène de la production laitière	X	459-466
BORDIER	La Diathermie	V	233-240
BOSCAR	La science amusante	IV	167-168
BOUTARIC	Le soleil peut-il créer la radioactivité?	I	14-17
—	Perturbations magnétiques et activité solaire	II	61-64
—	Les ultra-sons et leurs applications	IX	403-408
—	Alexandre Volta	X	476-480
—	Würtz	XI	523-528
BOUVIER	Les origines du Vivarium	I	1-7
BOUYSSONIE	Les industries primitives, leur répartition et leur date, I	I	33-39
—	Les industries primitives, leur répartition et leur date, II	II	65-70
BROT	Les procédés au chlore pour la fabrication des celluloses	VIII	357-364
BRUNET	Le vin à travers l'histoire	VII	318-324
CAUVET	Comment se nourrit le chameau, I	VI	265-272
—	Comment se nourrit le chameau, II	VII	305-314
CEILLIER	Comment on peut lire une dépêche secrète	XI	490-498
DE CHAUMONT	Les procédés de synthèse des dérivés du charbon	X	433-442
COLLIEZ	La route et la brique de pavage	XII	552-556
CUÉNOT	Le Mutationnisme, I	IV	169-179
—	Le Mutationnisme, II	XI	481-489
DEMICHEL	Les récentes méthodes d'impression photomécanique	VI	251-256
—	Un nouveau procédé photomécanique d'impression	X	448-451
DOLLIN	L'industrie du froid et ses principales applications, I	V	193-200
—	L'industrie du froid et ses principales applications, II	VI	241-247
DOUBLET	L'astronomie d'amateur	XII	529-535
DUTŒUF	La saison aéronautique 1927	II	71-75
—	La commande mécanique des postes d'aiguillage de chemins de fer, I	III	132-139
—	La commande mécanique des postes d'aiguillage de chemins de fer, II	IV	157-163
—	Le XXIIe Salon de l'Automobile	XI	515-520
—	Le Salon des Poids lourds	XII	565-568
DUFOUR-MAGNAVAL	J.-H. Fabre	II	91-96
FONVILLE	Mathématiques et économie politique	III	129-131
HUMBERT	La réforme du Calendrier	IV	145-150
JACQUINOT	L'amélioration des transports par eau	XII	536-544
LAISSUS	Le nickel et ses alliages	VII	289-295
—	Les essais mécaniques des métaux, I	VIII	337-341
—	Les essais mécaniques des métaux, II	IX	385-390
LA ROERIE	Marines militaires	IX	396-402
LECLERC	Les machines-outils modernes	VIII	345-352
—	Chroniques de la T. S. F., pages 5*, 19*, 29*, 45*, 55*, 69*, 77*		
LECOINTE	Après le retour de Costes et Le Brix, I	VI	248-250
—	Après le retour de Costes et Le Brix, II	VII	296-302
LE TOUVET	L'Autogyre de la Cierva	XI	499-502
MALGORN	Les générateurs d'ondes entretenues en T. S. F.	III	97-106
—	Quelques types modernes de torsiographes	XII	545-546
MANQUAT	Propos halieutiques	II	83-83
—	Philosophes de la Nature	VI	279-28[illegible]
—	L'eau à la bouche	X	469-475
—	L'escargot et l'araignée	XII	561-564

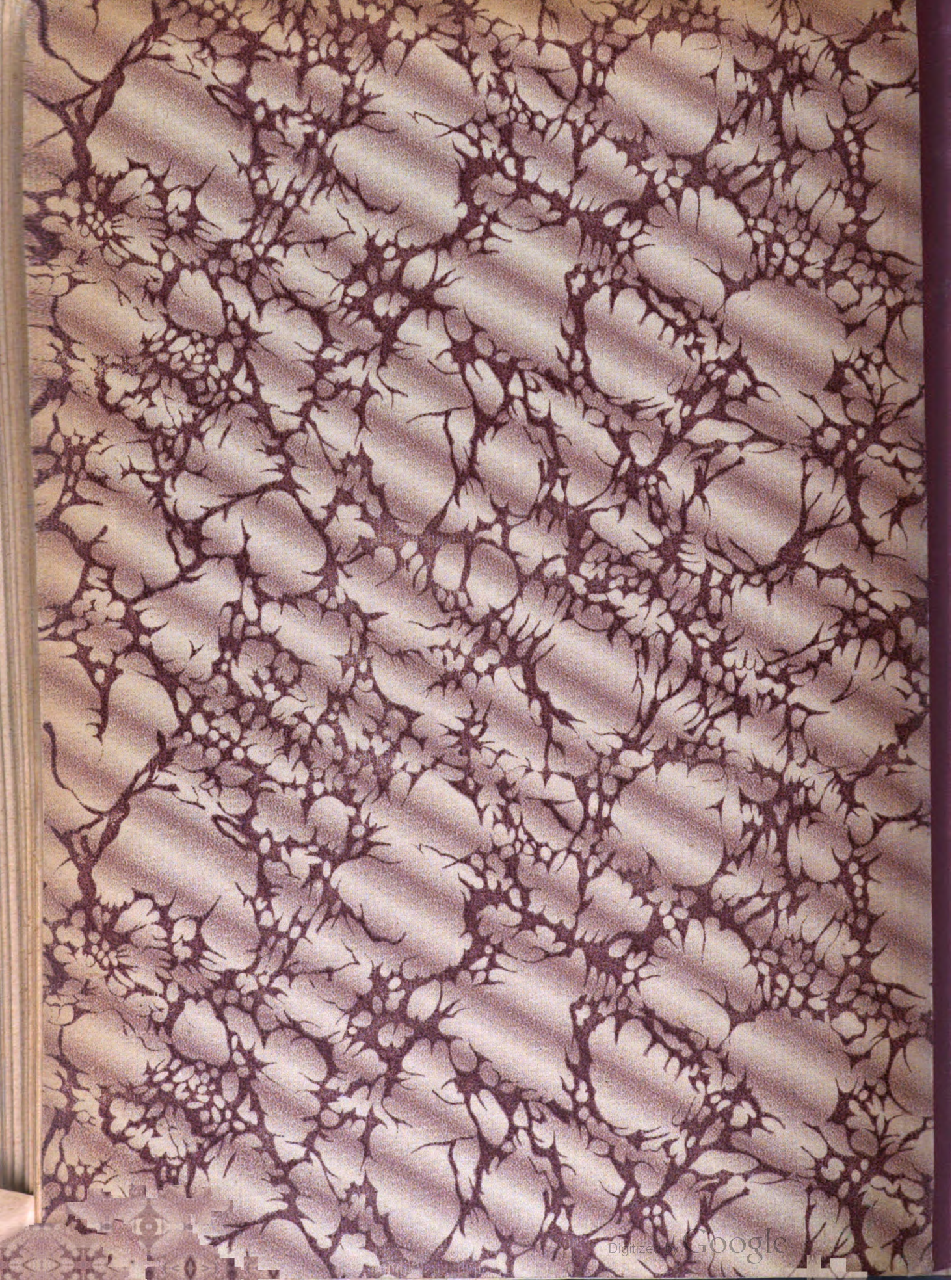
Digitized by Google

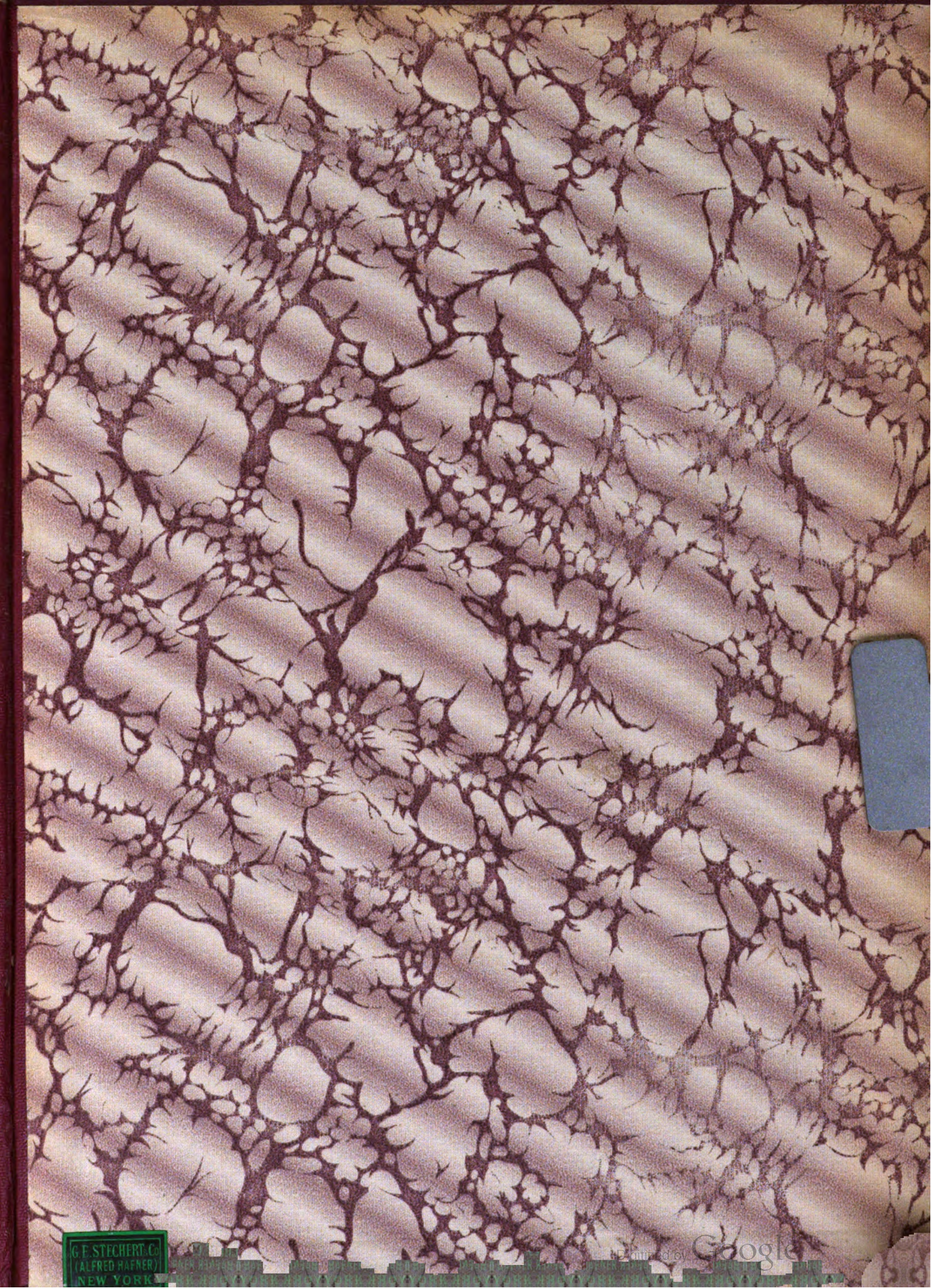
		Nos	PAGES
MARCOTTE	Les carburants de remplacement et la synthèse chimique	I	24-29
MESSAC	L'homme invisible	VI	276-278
MESTRE	Chroniques économiques et sociales, pages 42, 89, 183, 230, 282, 335, 373, 452, 521.		
MILLET	L'abbé Rousselot	VI	284-288
NAGANT	Les divers sols et leur classification	III	140-144
NETTER	L'autogyre de la Cierva	XI	502
NICOLARDOT	Le Ier Congrès national de la tourbe	III	107-114
—	Quelques problèmes relatifs à la tourbe	V	225-229
NODON	Recherches sur la météorologie générale	VI	260-264
OLMER	Qu'est-ce que le PH?	II	49-60
PERDRIZET	La vaccination antityphique et antiparatyphique	IV	185-192
REVERCHON	Le monde des automates	V	201-206
RICHARD	Une hypothèse géniale de Descartes	XII	569-576
ROBERT	L'exploration des forêts au Canada par avion	VIII	343-344
ROUCH	Le climat du pôle Nord	I	18-23
—	Le climat du pôle Sud	VII	325-334
—	Les représentations de l'Astronomie dans l'art décoratif	XI	503-507
SIMONET	La soie artificielle	V	211-224
—	La fabrication mécanique du verre à vitres	III	115-125
THOMAS	Les araignées et le problème de l'instinct	IX	422-432
THOULET	La densimétrie océanique	VIII	367-372
TROUSSAINT	Portrait de savant : Villemin	I	45-48
DE VARIGNY	La cure d'altitude en agriculture	I	30-32
—	La méthode biologique contre les ennemis des cultures	II	76-78
—	Rachitisme et vitamines	III	126-128
—	Le problème du rat	IV	164-167
—	Le B. C. G.	V	207-210
—	La lutte contre le moustique	VI	257-259
—	Le problème de la famine en Chine	VII	315-317
—	L'avenir des régions circumpolaires	VIII	353-356
—	La vitalité des graines	IX	417-419
—	Le fléau des sauterelles	X	457-458
—	La question de la forêt	XI	508-514
—	Surpeuplement mondial	XII	557-560

Digitized by Google

1100.1

Digitized by Google


Digitized by Google


G.E. STECHERT & Co
(ALFRED HAFNER)
NEW YORK
Digitized by Google